

# ČÁST B SO 201

# ČISTOPIS

|                    |   |                         |
|--------------------|---|-------------------------|
| Objednatel stavby: | Krajská správa a údržba silnic<br>Středočeského kraje, p.o.<br>Se sídlem Zborovská 11<br>150 21 Praha 5, IČ: 000 66 001 | Razítko, datum, podpis: |
|--------------------|---|-------------------------|



Souřadnicový systém S-JTSK, Výškový systém Bpv

|   |  |                                      |  |
|---|--|--------------------------------------|--|
| PRAGOPROJEKT, a.s. – K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4 – Tel. 226 066 111, Fax 226 066 118, e-mail: mailbox@pragoprojekt.cz |  |                                      |  |
| Navrhl/vypracoval:<br>Ing. Jan SÝKORA<br>podpis:  | Zodpovědný projektant:<br>Ing. Jan SÝKORA<br>podpis:   | Výrobní ředitel:<br>Ing. Jiří SALAVA | Zhotovitel:<br><br>PRAGOPROJEKT, a.s., K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4 |
| Technická kontrola:<br>Ing. Jiří SALAVA<br>podpis:  | Hlavní inženýr projektu:<br>Ing. Jan SÝKORA<br>podpis: |                                      |  |

|             |   |                |              |
|-------------|---|----------------|--------------|
| Kraj:       | STŘEDOČESKÝ   | Číslo zakázky: | 15-542-2-000 |
| Obec:       | LYSÁ NAD LABEM  | Číslo akce:    | 15-542       |
| Objednatel: | KRAJSKÁ SPRÁVA A ÚDRŽBA SILNIC STŘEDOČESKÉHO KRAJE, p.o.                            | Datum:         | 11/2016      |
| Akce:       | II/272, Lysá nad Labem – most ev.č. 272-006<br>přes trať ČD Kolín-Všetaty a přes MK | Formát:        | A4           |
| Objekt:     | SO 201 – most ev.č. 272-006   | Měřítko:       |              |
| Příloha:    | STATICKÝ VÝPOČET  | Stupeň:        | PDPS         |
|             |   | Číslo přílohy: | 10           |



## OBSAH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ÚVOD</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE                                   | 2         |
| 1.2. POUŽITÉ NORMY, SMĚRNICE A LITERATURA             | 2         |
| 1.3. POUŽITÝ SOFTWARE                                 | 3         |
| 1.4. PŘEDPOKLADY KE STATICKÉMU VÝPOČTU                | 3         |
| <b>2. MATERIÁLY</b>                                   | <b>6</b>  |
| 2.1. BETON  | 6         |
| 2.2. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ                                | 7         |
| 2.3. PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ                                | 8         |
| 2.4. OCEL   | 9         |
| <b>3. ZATÍŽENÍ</b>                                    | <b>10</b> |
| 3.1. VŠEOBECNĚ  | 10        |
| 3.2. STÁLÉ ZATÍŽENÍ                                   | 12        |
| 3.3. ZATÍŽENÍ DOPRAVOU                                | 12        |
| 3.4. ZATÍŽENÍ NA OPĚRY A NA STĚNY PŘILÉHAJÍCÍ K MOSTU | 15        |
| 3.5. ZATÍŽENÍ V MIMOŘÁDNÝCH NÁVRHOVÝCH SITUACÍCH      | 15        |
| 3.6. NEROVNOMĚRNÝ POKLES PODPĚR                       | 15        |
| 3.7. ZATÍŽENÍ ÚČINKY TEPLoty                          | 15        |
| 3.8. ZATÍŽENÍ ÚČINKY VĚTRU                            | 17        |
| 3.9. ZATÍŽENÍ SEIZMICKÉ                               | 17        |
| <b>4. OCELOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE</b>                    | <b>18</b> |
| 4.1. ZÁKLADNÍ ROMĚRY KONSTRUKCE                       | 18        |
| 4.2. MODEL PRO PROGRAM SCIA                           | 18        |
| 4.3. POSOUZENÍ MSÚ ZÁKLADNÍCH PRŮŘEZŮ                 | 19        |
| 4.4. POSOUZENÍ MSP – PRŮHYB NK                        | 24        |
| <b>5. BETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE</b>                   | <b>25</b> |
| 5.1. MODEL PRO PROGRAM SCIA                           | 25        |
| 5.2. POSOUZENÍ NOSNÍKU                                | 26        |
| 5.3. POSOUZENÍ PŘÍČNÍKU                               | 28        |
| <b>6. SPODNÍ STAVBA</b>                               | <b>32</b> |
| 6.1. VÝPOČET REAKCÍ NA LOŽISKA                        | 32        |
| 6.2. POSOUZENÍ OPĚRY OP1                              | 37        |
| 6.3. POSOUZENÍ PILÍŘE P3                              | 41        |
| 6.4. POSOUZENÍ DŘÍKU P4- ZDVOJENÝ PILÍŘ               | 46        |
| 6.5. POSOUZENÍ DŘÍKU P5,P6                            | 51        |
| 6.6. POSOUZENÍ ZÁKLADU PILÍŘE P4                      | 55        |
| 6.7. POSOUZENÍ PILÍŘE P5 (P6)                         | 59        |
| 6.8. VLIV NÁRAZU NA NK MOSTU                          | 66        |
| <b>7. ZÁVĚR</b>                                       | <b>67</b> |

## 1. ÚVOD

### 1.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <i>Název stavby</i>                   | <b>II/272, Lysá nad Labem</b>   |
| <i>Objekt č.</i>                      | <b>201</b>  |
| <i>Název objektu</i>                  | <b>Most ev. č. 272-006 přes trať ČD Kolín-Všetaty a přes MK</b>             |
| <i>Stupeň PD</i>                      | <b>DSP</b>  |
| <i>Nosná konstrukce</i>               | <b>Ocelový most</b>   |
| <i>Délka nosné konstrukce</i>         | 26,4 + 37,0 + 26,4 m  |
| <i>Půdorysný tvar</i>                 | v přímé   |
| <i>Šířka vozovky (mezi obrubníky)</i> | 10,0 m  |
| <i>Statický systém</i>                | spojitý nosník o třech polích   |
| <i>Příčný řez NK</i>                  | ocelový komorový průřez   |
| <i>Spodní stavba</i>                  | plošné základy  |
| <i>Zatížení mostu</i>                 | modely zatížení uvažované dle ČSN EN 1991 Eurokód 1:<br>Zatížení konstrukcí |
| <i>Nosná konstrukce</i>               | <b>Betonový most</b>  |
| <i>Délka nosné konstrukce</i>         | 19,72 + 20,4 + 19,75 m  |
| <i>Půdorysný tvar</i>                 | v přímé   |
| <i>Šířka vozovky (mezi obrubníky)</i> | 10,5 m  |
| <i>Statický systém</i>                | spojitý nosník o třech polích   |
| <i>Příčný řez NK</i>                  | předpjaté železobetonové nosníky se spřaženou betonovou deskou              |
| <i>Spodní stavba</i>                  | plošné základy  |
| <i>Zatížení mostu</i>                 | modely zatížení uvažované dle ČSN EN 1991 Eurokód 1:<br>Zatížení konstrukcí |

### 1.2. POUŽITÉ NORMY, SMĚRNICE A LITERATURA

|       |  |
|-------|--|
| [N1a] | ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí  |
| [N1b] | ČSN EN 1990 ZMĚNA A1 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí   |
| [N2]  | ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1:<br>Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| [N3]  | ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3:<br>Obecná zatížení – Zatížení sněhem  |
| [N4]  | ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4:<br>Obecná zatížení – Zatížení větrem  |
| [N5]  | ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5:<br>Obecná zatížení – Zatížení teplotou  |
| [N6]  | ČSN EN 1991-1-6 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6:<br>Obecná zatížení – Zatížení během provádění                                       |
| [N7]  | ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7:<br>Obecná zatížení – Mimořádná zatížení   |
| [N8]  | ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou   |
| [N9]  | ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1:<br>Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby                       |

- [N10] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2:  
Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- [N11] ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
- [N12] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1:  
Obecná pravidla
- [N13] ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1:  
Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby
  
- [N15] ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [N16] ČSN EN 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – Část 1: Společná ustanovení
- [N17] ČSN 73 6244 Přečhy mostů pozemních komunikací
- [N18] ČSN EN 1337-1 Stavební ložiska-část 1: Všeobecná pravidla navrhování
- [N20] ČSN EN 1337- Stavební ložiska-část :Elastomerová ložiska

### **1.3. POUŽITÝ SOFTWARE**

MS Office, ZWCad, SCIA Engineer, GEO 5, FIN EC

### **1.4. PŘEDPOKLADY KE STATICKÉMU VÝPOČTU**

Mostní objekt je devítipolový most na ložiskách, jehož nosná konstrukce je navržena z části betonová a z části ocelová. Ocelová nosná konstrukce tvoří 3 střední pole. Betonová nosná konstrukce je umístěna na zbylé 3 pole z každé strany. Na pilířích P4 a P7 dochází ke změně typu nosné konstrukce. Jsou to tedy jediné dva pilíře, na nichž jsou umístěna 4 ložiska.

Spodní stavba se skládá ze dvou opěr a z osmi pilířů. Je železobetonová, plošně založená.

#### **1.4.1. Ocelová nosná konstrukce**

Ocelovou nosnou konstrukci tvoří komorový průřez výšky 1,45 m a délky 7,7 m. Na stranách jsou ocelové konzoly délky 3,65 m a proměnné výšky, na kterých jsou umístěny chodníky. Ocelová komora je přímo uložena na ložiskách.

Velikost reakcí bude počítán na 3D modelu v programu SCIA Engineer 2011.

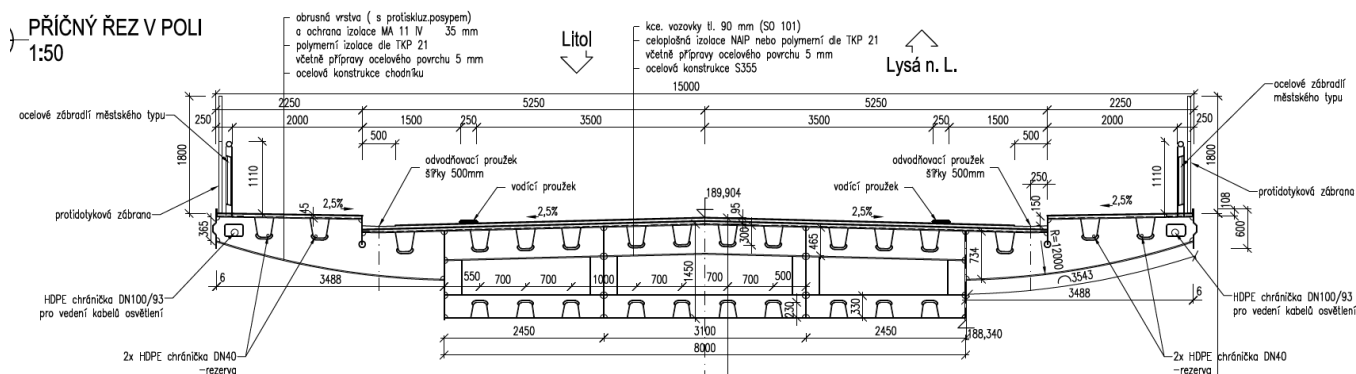
#### **1.4.2. Betonová nosná konstrukce**

Betonovou nosnou konstrukci tvoří 7 předem předpjatých železobetonových nosníků výšky 0,95 m spřažených železobetonovou deskou tl. 0,23 m. Nad podporami je nosná konstrukce zabetonována do příčníků, které jsou uloženy vždy na dvojici ložisek.

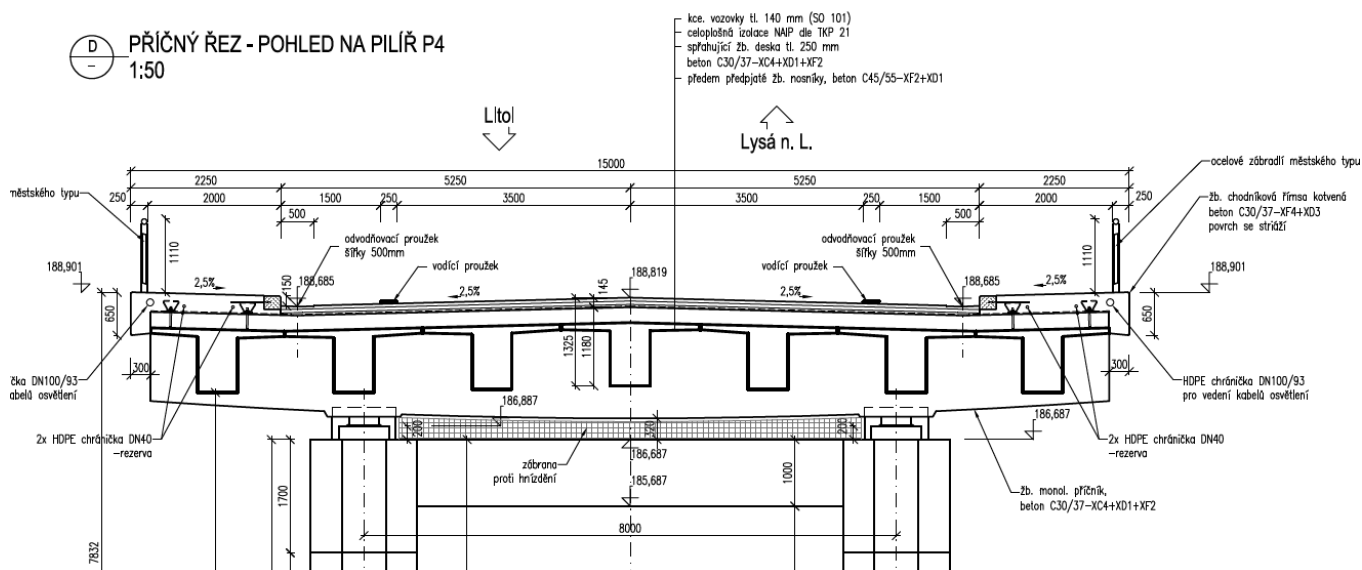
Velikost reakcí bude počítán na 3D modelu v programu SCIA Engineer 2011.

### 1.4.3. Schéma mostního objektu

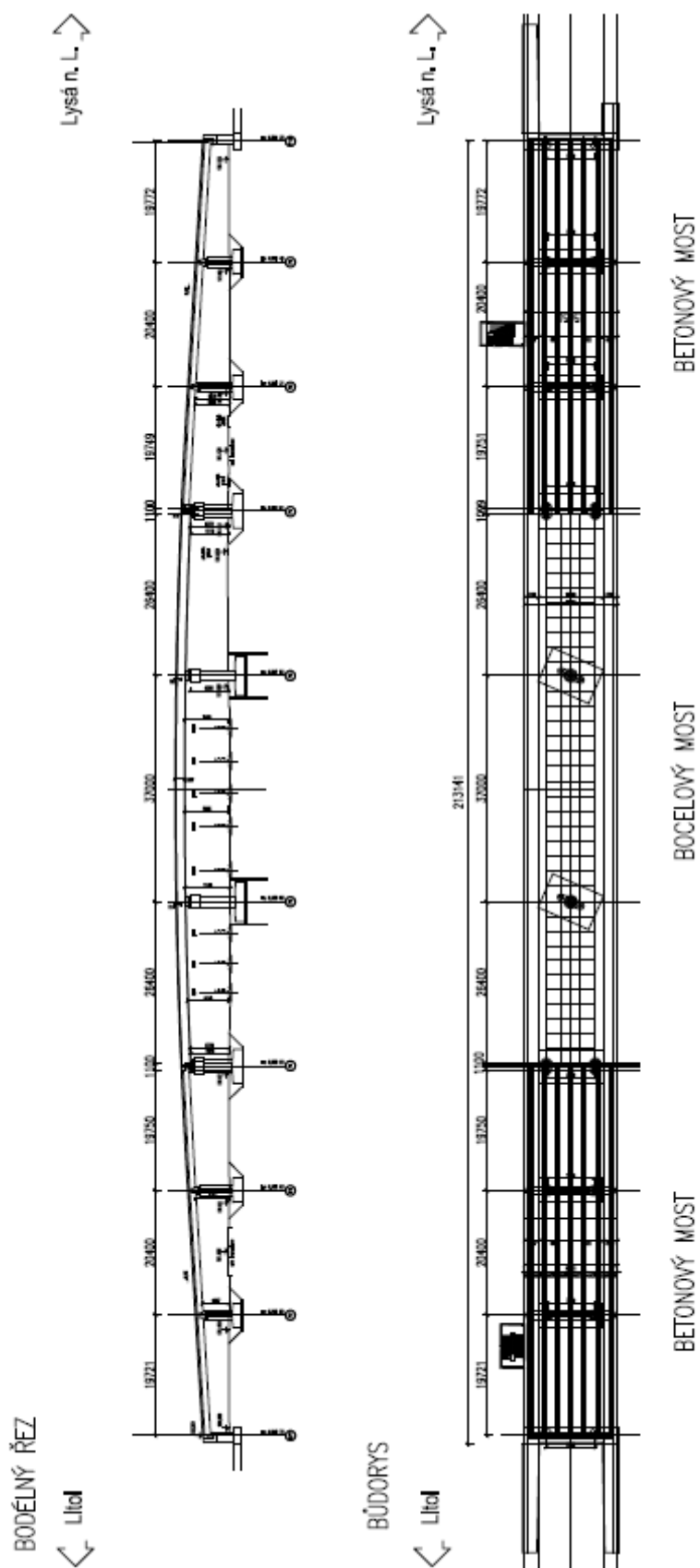
### Příčný řez – ocelový most



### Příčný řez – betonový most



## Podélný řez a půdorys



## 2. MATERIÁLY

Součinitele materiálů v mezních stavech únosnosti a při posouzení na únavu dle čl. 2.4.2.4 (1), tab. 2.1N v [N9].

| Návrhová situace | $\gamma_c$ pro beton | $\gamma_s$ pro beton. výztuž | $\gamma_s$ pro předp. výztuž |
|------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Trvalá i dočasná | 1,5                  | 1,15                         | 1,15                         |
| Mimořádná        | 1,2                  | 1,0                          | 1,0                          |

Pro výpočet mezní návrhové únosnosti pilot se součinitel pro beton zvyšuje dle Poznámky u čl. 2.4.2.5(2) v [N9] součinitelem  $k_1 = 1,1$ , tj.  $\gamma_c = 1,1 \times 1,5 = 1,65$  MPa

Součinitele materiálů v mezních stavech použitelnosti dle čl. 2.4.2.4 (2) v [N9] se zpravidla uvažují hodnotami  $\gamma_c = 1,0$  a  $\gamma_s = 1,0$ , pokud není v jednotlivých posouzeních vyžadováno jinak.

### 2.1. BETON

Charakteristické a průměrné pevnostní a deformační charakteristiky se uvažují dle čl. 3.1, tab. 3.1 v [N9]. Uvedené hodnoty modulu pružnosti  $E_{cm}$  platí pro silikátové kamenivo, pro vápencové kamenivo se snižují o 10 %, pro pískovcové kamenivo se snižují o 30 % a pro čedičové zvyšují o 20 %.

Návrhová pevnost betonu v tlaku se určí dle čl. 3.1.6(1)P v [N9], resp. (101)P v [N10] dle vztahu:  $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ , kde součinitel  $\alpha_{cc} = 0,85$  dle čl. 3.1.6 (101)P v [N10].

Pro časový průběh pevnosti betonu v tlaku platí vztahy dle čl. 3.1.2 (6) v [N9]. Vztah platí pro čas  $t \geq 3$  dny.

Průměrná pevnost betonu v tahu za ohybu ve stáří 28 dní se určí dle čl. 3.1.8(1) v [N9] u jednotlivých posouzení dle vztahu  $f_{ctm,fl} = \max[1,6 - h/1000] \cdot f_{ctm}$ ;  $f_{ctm}$ .

Návrhová pevnost betonu v tahu se určí dle čl. 3.1.6(2)P v [N9] dle vztahu  $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c$ , kde součinitel  $\alpha_{cc} = 1,0$  čl. 3.1.6 (102)P v [N10] a  $f_{ctk,0,05} = 0,7 f_{ctm}$ .

Pro časový průběh pevnosti (průměrné i charakteristické) betonu v tahu platí vztahy dle čl. 3.1.2 (9) v [N9]. Vztah platí pro čas  $t \geq 3$  dny.

Pro časový průběh modulu pružnosti betonu  $E_{cm}(t)$  platí vztahy dle čl. 3.1.3 (3) v [N9]. Vztah platí pro čas  $t \geq 3$  dny.

Tečnový modul pružnosti betonu se uvažuje dle vztahu  $E_c = 1,05 \times E_{cm}$ .

Součinitel dotvarování  $\phi(t, t_0)$ , který se vztahuje k tečovému modulu  $E_c$ , se stanoví pro normální betony (do  $f_{ck} \leq 50$  MPa) dle vztahů v příloze B v [N9] v závislosti na časech  $t$  a  $t_0$ , rozměrech průřezu, vlhkosti prostředí, druhu cementu, pevnosti a modulu pružnosti betonu, kde čas  $t$  je sledovaný okamžik a čas  $t_0$  je okamžik vnesení zatížení. Vztah platí, jen pokud pevnost betonu v tlaku v čase  $t_0 > 0,6 f_{cm}$  (viz příl. B v [N10]). Lineární průběh dotvarování lze uvažovat pokud tlakové napětí v betonu v čase  $t_0$  (tj. v čase zavedení zatížení) nepřestoupí dle čl. 3.1.4 (4), 5.10.2.2 (5) a 7.2. (3) v [N9] hodnotu  $0,45 f_{ck}(t_0)$ .

Celkové poměrné smršťování betonu je udáno v čl. 3.1.4 (6) v [N9] vztahem  $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$ , kde  $\epsilon_{cd}$  poměrné vysychání smršťováním a  $\epsilon_{ca}$  je poměrné autogenní smršťování. Konečná hodnota poměrného smršťování vysycháním je dána vztahem  $k_h \cdot \epsilon_{cd,0}$ , kde vztah pro  $\epsilon_{cd,0}$  je uveden v příloze B v [N9] a  $k_h$  je součinitel dle tab. 3.3 v [N9]. Časový průběh poměrného smršťování vysycháním je dán vztahy (3.9) a (3.10) v závislosti na časech  $t$  a  $t_s$ , kde čas  $t$  je sledovaný okamžik a čas  $t_s$  je začátek smršťování, který se obvykle uvažuje na konci ošetřování betonu. Časový průběh poměrného autogenního smršťování je dán vztahy (3.11) až (3.13) v čl. 3.1.4 v [N9] v závislosti na čase  $t$ .

Poissonův součinitel se uvažuje dle čl. 3.1.3(4) v [N9] hodnotou 0,2 pro beton neporušený trhlinkami, resp. hodnotou 0,0 pro beton s trhlinkami.

Součinitel teplotní roztažnosti se uvažuje dle čl. 3.1.3(5) v [N9] hodnotou  $10 \times 10^{-6} K^{-1}$ .

Cement uvažujeme třídy N (CEM 32,5R, resp. CEM 42,5 N), tj. normálně nebo rychle tuhnoucí).

#### 2.1.1. Nosná konstrukce

##### Nosníky

Beton C45/55

Charakteristická pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je

$f_{ck} = 45$  MPa.

Průměrná pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je

$f_{cm} = 53$  MPa.

Charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je

$f_{ctk,0,05} = 2,7$  MPa.

Průměrná pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je

$f_{cmt} = 3,8$  MPa.

Sečnový modul pružnosti betonu je  $E_{cm} = 36000$  MPa.



|  |   |
|--|---|
| Návrhová pevnost v tlaku                               | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c :$          |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                 | $f_{cd} = 0,85 \cdot 45,0 / 1,5 = 25,50 \text{ MPa},$     |
| pro mimořádné návrhové situace:                        | $f_{cd} = 0,85 \cdot 45,0 / 1,2 = 31,88 \text{ MPa},$     |
| v čase vnesení předpětí ( $t_0$ )                      | $0,6x \text{ fcm} = 0,6x53 = 31,8 \text{ MPa}$ (minimální |
| požadovaná pevnost, aby platilo lineární dotvarování). |   |
| Návrhová pevnost v tahu                                | $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c :$   |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                 | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,7 / 1,5 = 1,80 \text{ MPa},$        |
| pro mimořádné návrhové situace:                        | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,7 / 1,2 = 2,25 \text{ MPa}.$        |

**Spřažená deska:**

Beton C30/37

|  |   |
|--|---|
| Charakteristická pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je           | $f_{ck} = 30 \text{ MPa}.$                              |
| Průměrná pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je                   | $f_{cm} = 38 \text{ MPa}.$                              |
| Charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je | $f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}.$                       |
| Průměrná pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je         | $f_{cmt} = 2,9 \text{ MPa}.$                            |
| Sečnový modul pružnosti betonu je $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}.$      |   |
| Návrhová pevnost v tlaku   | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c :$        |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                               | $f_{cd} = 0,85 \cdot 30,0 / 1,5 = 17,00 \text{ MPa},$   |
| pro mimořádné návrhové situace:                                      | $f_{cd} = 0,85 \cdot 30,0 / 1,2 = 21,25 \text{ MPa}.$   |
| Návrhová pevnost v tahu  | $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c :$ |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                               | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,0 / 1,5 = 1,33 \text{ MPa},$      |
| pro mimořádné návrhové situace:                                      | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,0 / 1,2 = 1,67 \text{ MPa}.$      |

**2.1.2. Spodní stavba****Základy, dříky opěr, závěrné zídky a křídla opěr:**

C30/37 XF4+XD3

|  |   |
|--|---|
| Charakteristická pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je           | $f_{ck} = 30 \text{ MPa}.$                              |
| Průměrná pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je                   | $f_{cm} = 38 \text{ MPa}.$                              |
| Charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je | $f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}.$                       |
| Průměrná pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je         | $f_{cmt} = 2,9 \text{ MPa}.$                            |
| Sečnový modul pružnosti betonu je $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}.$      |   |
| Návrhová pevnost v tlaku   | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c :$        |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                               | $f_{cd} = 0,85 \cdot 30,0 / 1,5 = 17,00 \text{ MPa},$   |
| pro mimořádné návrhové situace:                                      | $f_{cd} = 0,85 \cdot 30,0 / 1,2 = 21,25 \text{ MPa}.$   |
| Návrhová pevnost v tahu  | $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c :$ |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                               | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,0 / 1,5 = 1,33 \text{ MPa},$      |
| pro mimořádné návrhové situace:                                      | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,0 / 1,2 = 1,67 \text{ MPa}.$      |

**Dříky pilířů a bloky pod ložisky:**

C35/45 XF4+XD3

|  |   |
|--|---|
| Charakteristická pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je           | $f_{ck} = 35 \text{ MPa}.$                              |
| Průměrná pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní je                   | $f_{cm} = 43 \text{ MPa}.$                              |
| Charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je | $f_{ctk,0,05} = 2,2 \text{ MPa}.$                       |
| Průměrná pevnost betonu v dostředném tahu ve stáří 28 dní je         | $f_{cmt} = 3,2 \text{ MPa}.$                            |
| Sečnový modul pružnosti betonu je $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}.$      |   |
| Návrhová pevnost v tlaku   | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c :$        |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                               | $f_{cd} = 0,85 \cdot 35,0 / 1,5 = 19,83 \text{ MPa},$   |
| pro mimořádné návrhové situace:                                      | $f_{cd} = 0,85 \cdot 35,0 / 1,2 = 24,89 \text{ MPa}.$   |
| Návrhová pevnost v tahu  | $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c :$ |
| pro trvalé a dočasné návrhové situace:                               | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,2 / 1,5 = 1,47 \text{ MPa},$      |
| pro mimořádné návrhové situace:                                      | $f_{cd} = 1,0 \cdot 2,2 / 1,2 = 1,83 \text{ MPa}.$      |

**2.2. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ**

Vlastnosti použité betonářské výztuže musí vyhovovat dle [N9] požadavkům v příloze C, čl. C.1 a C.2N. Dle čl. 3.4.2 v [N9] je doporučená třída výztuže pro mosty B nebo C.

Návrhová mez kluzu se určí dle čl. 3.2.7(2)P v [N9] dle vztahu  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ .

### Ocel B500B (dle ČSN 42 0139)

Charakteristická mez kluzu:  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu:  $f_t = 550 \text{ MPa}$

Návrhový modul pružnosti výztuže:  $E_s = 200\,000 \text{ MPa}$

Návrhová mez kluzu  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ :

pro trvalé a dočasné návrhové situace:  $f_{yd} = 500/1,15 = 435 \text{ MPa}$ ,

pro mimořádné návrhové situace:  $f_{yd} = 500/1,00 = 500 \text{ MPa}$ .

### 2.3. PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

Vlastnosti použité předpínací výztuže musí dle [N9] vyhovovat požadavkům normy EN 10138 nebo příslušného evropského technického schválení (ETAG).

Návrhová hodnota napětí se určí dle čl. 3.3.5(6) v [N9] dle vztahu:  $f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s$

Předpokládaná výztuž:

Lana  $\varnothing 15,7 \text{ mm}$  z oceli odpovídající St 1570/1770, označení Y1770 S7.

Třída relaxace 2 (nízká):  $\rho_{100} = 2,5 \%$ . Ztráta relaxací se uvažuje dle čl. 3.3.2(6) v [N9].

Charakteristická pevnost v tahu  $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$ .

Charakteristická mez kluzu  $0,1\%$   $f_{p0,1k} = 1520 \text{ MPa}$ .

Duktilita v tahu musí splňovat vztah:  $f_{pk}/f_{p0,1k} \geq 1,1$  ( $1770/1520 = 1,16$  splněno).

Modul pružnosti lan  $195 \text{ GPa}$ .

Jmenovitý průměr lan:  $150 \text{ mm}^2$ .

| Závislost konečné hodnoty relaxace na napětí v lanu pro lana 1570/1770 s velmi nízkou relaxací (v $10^6$ hod=114 let) |              |                    |                      |                  |
|---|--------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Rm=   | 1770 MPa     |                    |                      |                  |
| sig. 0,2  | 1570 MPa     |                    |                      |                  |
| $f_{pd} = 0,9 \times f_{p0,1k}$   | 1322 MPa     |                    |                      |                  |
| Poměr<br>Ri/Rm  | Napětí<br>Ri | Poměr<br>Ri/sig0,2 | Měřené<br>% relaxace | Zadat<br>do TM18 |
| 0,45  | 796,5        | <b>0,507</b>       | 0,0                  | <b>0,000</b>     |
| 0,50  | 885,0        | <b>0,564</b>       | 0,6                  | <b>0,006</b>     |
| 0,55  | 973,5        | <b>0,620</b>       | 1,2                  | <b>0,012</b>     |
| 0,60  | 1062,0       | <b>0,676</b>       | 2,8                  | <b>0,028</b>     |
| 0,65  | 1150,5       | <b>0,733</b>       | 5,0                  | <b>0,050</b>     |
| 0,70  | 1239,0       | <b>0,789</b>       | 7,0                  | <b>0,070</b>     |
| 0,75  | 1327,5       | <b>0,846</b>       | 10,0                 | <b>0,100</b>     |
| 0,80  | 1416,0       | <b>0,902</b>       | 14,0                 | <b>0,140</b>     |

Ri je napětí v lanu

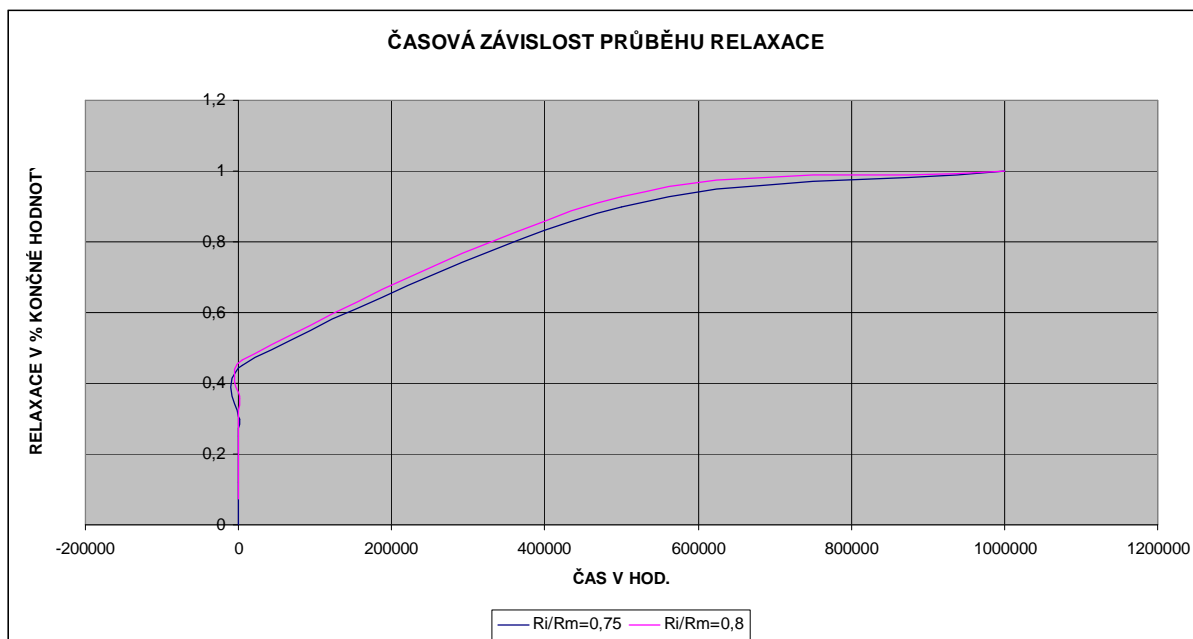
Tučné hodnoty zadány do TM18

Časový průběh relaxace pro lana 1570/1770  
s velmi nízkou relaxací pro poměr Ri/Rm

| Čas<br>v hod. | Čas<br>v min.  | Poměr = 0,75 |                                  | Poměr = 0,8 |                                  |
|---------------|----------------|--------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|
|               |                | v %          | v poměru<br>k komečné<br>hodnotě | v %         | v poměru<br>k komečné<br>hodnotě |
| 1             | <b>60</b>      | 0,00         | <b>0,0000</b>                    | 1,00        | 0,0714                           |
| 10            | <b>600</b>     | 1,20         | <b>0,1200</b>                    | 2,00        | 0,1429                           |
| 200           | <b>12000</b>   | 2,50         | <b>0,2500</b>                    | 4,00        | 0,2857                           |
| 1000          | <b>60000</b>   | 3,00         | <b>0,3000</b>                    | 5,00        | 0,3571                           |
| 5000          | <b>300000</b>  | 4,50         | <b>0,4500</b>                    | 6,50        | 0,4643                           |
| 500000        | <b>3000000</b> | 6,00         | <b>0,6000</b>                    | 13,00       | 0,9286                           |
| 1000000       | <b>6000000</b> | 10,00        | <b>1,0000</b>                    | 14,00       | 1,0000                           |

Tučné hodnoty zadány do TM18

Kabely se dle ČSN EN 1992 napínají na 0,8 meze pevnosti,  
ale provozní napětí nemá přesáhnout 0,75 meze pevnosti.



Maximální přípustné napětí lan při předpínání dle čl. 5.10.2 v (N9):

min z hodnot ( $k_1 f_{pk}$ ) a ( $k_2 f_{p0,1k}$ ), kde  $k_1 = 0,8$  a  $k_2 = 0,9$

$$k_1 f_{pk} = 0,8 \times 1770 = 1416 \text{ MPa}$$

$$k_2 f_{pk} = 0,9 \times 1520 = 1368 \text{ MPa.}$$

Eventuálně při měření přepínací síly s přesností do  $\pm 5 \%$  lze uvažovat zvýšené napětí  $k_3 f_{p0,1k}$ , kde  $k_3 = 0,95$

$$k_3 f_{p0,1k} = 0,95 \times 1520 = 1444 \text{ MPa}$$

Zvolené kotevní napětí **1360 MPa**.

Maximální přípustné napětí lan těsně po předepnutí a zakotvení dle čl. 5.10.3 v (N9):

min z hodnot ( $k_7 f_{pk}$ ) a ( $k_8 f_{p0,1k}$ ), kde  $k_7 = 0,75$  a  $k_8 = 0,75$

$$k_7 f_{pk} = 0,75 \times 1770 = 1327 \text{ MPa}$$

$$k_8 f_{p0,1k} = 0,85 \times 1520 = 1292 \text{ MPa.}$$

## 2.4. OCEL

### Ocel S355

Charakteristická mez kluzu:  $f_{sk} = 355 \text{ MPa}$

Návrhový modul pružnosti oceli:  $E_s = 200\,000 \text{ MPa}$

Návrhová meze kluzu  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ :

pro trvalé a dočasné návrhové situace:  $f_{ysd} = 355/1,00 = 355 \text{ MPa,}$

pro mimořádné návrhové situace:  $f_{ysd} = 355/1,00 = 355 \text{ MPa.}$

### 3. ZATÍŽENÍ

#### 3.1. VŠEOBECNĚ

##### 3.1.1. Součinitele zatížení

Podle [N1b], čl. A2.4 a A2.4 a příslušných tabulek s eventuálním upřesněním dle [N9].

##### Pro ověření statické rovnováhy (EQU) konstrukce

| Zatížení                       | EQU (soubor A)                       | EQU (soubor A)                      | EQU - kombinovaný postup <sup>1)</sup> | EQU - kombinovaný postup <sup>1)</sup> |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
|                                | nepříznivé                           | příznivé                            | nepříznivé                             | příznivé                               |
| Stálé                          | $\gamma_{G,sup}=1,05$                | $\gamma_{G,sup}=0,95$ <sup>2)</sup> | $\gamma_{G,sup}=1,35$ <sup>3)</sup>    | $\gamma_{G,sup}=1,25$ <sup>3)</sup>    |
| Silniční a chodci              | $\gamma_Q=1,35$                      | $\gamma_Q=0,0$                      | $\gamma_Q=1,35$                        | $\gamma_Q=0,0$                         |
| Ostatní proměnná <sup>4)</sup> | $\gamma_Q=1,5$                       | $\gamma_Q=0,0$                      | $\gamma_Q=1,5$                         | $\gamma_Q=0,0$                         |
| Předpětí                       | $\gamma_{G,unfav}=1,3$ <sup>5)</sup> | $\gamma_{G,fav}=1,0$                | $\gamma_{G,unfav}=1,3$ <sup>5)</sup>   | $\gamma_{G,fav}=1,0$                   |
| Staveništní                    | $\gamma_Q=1,35$                      | $\gamma_Q=0,0$                      | $\gamma_Q=1,35$                        | $\gamma_Q=0,0$                         |

Poznámky:

<sup>1)</sup> Pro ověření zdvínání v místě ložisek nebo pro případ, kdy ověření rovnováhy zahrnuje odolnost nosných prvků (např. kotvení)

<sup>2)</sup> Pro protizávaží lze užít i jiné hodnoty, viz tab. A.2.4(A) Poznámka <sup>(1)</sup> v [N1b]

<sup>3)</sup> Pokud při použití  $\gamma_{G,sup} = \gamma_{G,inf} = 1,0$  nevznikne účinek nepříznivější

<sup>4)</sup> V trvalých návrhových situacích, zahrnuje teplotu, vítr, zemní tlak, zvýšení zemního tlaku od dopravy, aerodynamické zatížení od dopravy, atd.

<sup>5)</sup> Pro posouzení stability tvaru s vnějším předpětím, kde zvětšení předpětí je nepříznivé, čl. 2.4.2.2 (2) v [N9].

##### Pro ověření únosnosti (STR/GEO)

| Zatížení                       | STR/GEO (soubor B) <sup>8)</sup>                    | STR/GEO (soubor B) <sup>8)</sup> |
|--------------------------------|---|----------------------------------|
|                                | nepříznivé  | příznivé                         |
| Stálé <sup>1)</sup>            | $\gamma_{G,sup}=1,35$                               | $\gamma_{G,sup}=0,95$            |
| Silniční a chodci              | $\gamma_Q=1,35$                                     | $\gamma_Q=0,0$                   |
| Ostatní proměnná <sup>2)</sup> | $\gamma_Q=1,5$                                      | $\gamma_Q=0,0$                   |
| Předpětí                       | $\gamma_{G,unfav}=1,0$ (1,2) <sup>3)</sup>          | $\gamma_{G,fav}=1,0$             |
| Sedání podpor                  | $\gamma_{G,set}=1,20$ (1,35) <sup>4)</sup>          | $\gamma_Q=0,0$                   |
| Smršťování betonu              | $\gamma_{SH}=1,0$ <sup>5)</sup> (1,2) <sup>6)</sup> | $\gamma_{SH}=1,0$                |
| Dotvarování betonu             | $\gamma_{lt}=1,0$ (>1) <sup>7)</sup>                | $\gamma_{lt}=1,0$                |

Poznámky:

1) Zahrnuje tíhu nosných i nenosných částí, zeminu a odstranitelná zatížení

2) Zahrnuje ostatní zatížení dopravou (zvýšení zemního tlaku od dopravy, aerodynamické zatížení od dopravy) a ostatní proměnná zatížení (proměnný zemní tlak, teplota, vítr)

3) Pro posouzení lokálních účinků (např. kotvení), viz čl. 2.4.2.2 (3) v [N9].

4) Při nelineární analýze

5) Dle čl. 2.4.2.1 v [N9].

6) Při uvažování dlouhodobého období v případě, že nadhodnocení smrštění zvýší spolehlivost, viz Příloha B, čl. B105 v [N10].

7) Při uvažování dlouhodobého období v případě, že nadhodnocení dotvarování zvýší spolehlivost, viz Příloha B, čl. B105, tab. B.101 v [N10]., kde hodnota součinitele  $\gamma_{lt}$  závisí na čase. (pro 100 let  $\gamma_{lt}=1,2$ )

8) Hodnoty pro tíhu zeminy a stálý zemní tlak ( $\gamma_{G,sup}=1,35$ ), resp. pro zvýšení zemního tlaku od dopravy ( $\gamma_Q=1,5$ ) odpovídají souboru hodnot A1 dle tab. A.3 v [N12]. Tyto hodnoty se dle NA 2.16 v v [N1b] použijí v „návrhovém přístupu 2“ ve smyslu požadavků v [N11]

V mimořádných kombinacích zatížení se všechny součinitele uvažují  $\gamma=1,0$ .

V kombinaci na únavu se dílčí součinitel únavového zatížení  $\gamma_{F,fat}=1,0$ , viz čl. 2.4.2.3 v [N9] a u ostatních zatížení se součinitele zatížení neuvažují.

##### Pro ověření mezních stavů použitelnosti

Všechny součinitele  $\gamma=1,0$  dle čl. A2.4.1 v [N1b]

### 3.1.2. Součinitele kombinace

(dle tab. A2.1 v [N1b])

| Součinitele kombinace pro silniční mosty |                                    |                      | Hodnota součinitele |          |            |                 |
|--|------------------------------------|----------------------|---------------------|----------|------------|-----------------|
|  |                                    |                      | kombi.              | častá    | kvasistálá | občasná         |
| Zatížení                                 | Značka                             |                      | $\Psi_0$            | $\Psi_1$ | $\Psi_2$   | $\Psi_{01,inf}$ |
| Zatížení dopravou                        | gr1a (LM1 +chodci a cyklisty)      | TS (dvojnápravy)     | 0,75                | 0,75     | 0,00       | 0,80            |
|  |                                    | UDL (rovnoměrné)     | 0,40                | 0,40     | 0,00       | 0,80            |
|  |                                    | Zat. chodci+cyklisty | 0,40                | 0,40     | 0,00       | 0,80            |
|  | gr1b (jednotlivá náprava LM2)      |                      | 0,00                | 0,75     | 0,00       | 0,80            |
|  | gr2 (vodorovné síly)               |                      | 0,00                | 0,00     | 0,00       | 1,00            |
|  | gr3 (zatížení chodci)              |                      | 0,00                | 0,40     | 0,00       | 0,80            |
|  | gr4 (zatížení davem lidí LM4)      |                      | 0,00                | 0,75     | 0,00       | 0,80            |
|  | gr5 (zvláštní vozidla LM5)         |                      | 0,00                | 0,00     | 0,00       | 1,00            |
| Zatížení větrem                          | $F_{wk}$ (rychlost větru dle mapy) |                      |                     |          |            |                 |
|  | - Trvale návrhové situace          |                      | 0,60                | 0,20     | 0,00       | 0,60            |
|  | - Provádění                        |                      | 0,80                | -        | 0,00       | 1,00            |
|  | $F_{wk^*}$ (rychlost větru 23 m/s) |                      | 1,00                | -        | -          | 1,00            |
| Teplota                                  | $T_k$                              |                      | 0,60                | 0,60     | 0,50       | 0,80            |

### 3.1.3. Kombinační pravidla

(dle [N1a] a upřesněním dle [N1b])

Zatížení větrem se neuvažuje současně s brzdnými nebo odstředivými silami, resp. sestavou gr2 (čl. A2.2.2 (3), se zatížením teplotou (čl. A2.2.2 (6) a NA2.6) ani s mimořádným zatížením (čl. A2.2.5 (1)). Brzdné a rozjezdové síly se uvažují podle čl. NA 2.18 v [N8] v kombinaci s modelem LM3, pouze pokud se vozidla pohybují normální rychlostí (tj. vyšší než 5 km/h).

#### Mezní stav únosnosti v trvalých i dočasných návrhových situacích

Statická rovnováha mostů (EQE) se ověřuje pro tzv. základní kombinaci zatížení podle tab. A2.4(A), tj. podle rovnice (6.10) v [N1b].

Posouzení nosných prvků (STR) nezahrnujících geotechnická zatížení (nosné konstrukce, části spodní stavby) se ověřuje pro tzv. základní kombinaci podle tab. A2.4(B), tj. podle rovnice (6.10 a 6.10b) v [N1b].

Posouzení nosných prvků (STR/GEO) zahrnujících geotechnická zatížení a odolnost podloží (patky, piloty, pilíře, opěry, křídla, opěrné zdi) se ověřuje dle čl. NA 2.16 v [N1b]. „postupem 2“ pro tzv. pro základní kombinaci podle tab. A2.4(B), tj. podle rovnice (6.10 a 6.10b) v [N1b].

Pro posouzení nosných prvků (STR i STR/GEO) v mimořádných kombinacích zatížení se ověřuje podle tab. A2.5, tj. podle rovnice (6.11a) v [N1b]. Při provádění, pokud vzniká nebezpečí ztráty statické rovnováhy, se s mimořádným zatížením (např. pádem nosníku) uvažuje současně i případné další proměnné staveništní zatížení jako vedlejší ostatní, a to kvazistálou hodnotou.

Pro ověření únavy se kombinace zatížení uvažují podle čl. 6.8.3 v [N9].

#### Mezní stav použitelnosti

Mezní stavy použitelnosti se v trvalých návrhových situacích posuzují pro kombinaci charakteristickou, častou a kvazistálou uvedené v tab. A2.6, tj. dle rovnic (6.14, 6.15 a 6.16), popř. pro kombinaci občasnou (dle rovnice A2.1b) v [N1b].

Pro stanovení přetvoření mostu se doporučuje použít častou kombinaci zatížení dle čl. A2.4.2, Pozn. 1 v [N1b].

Mezní stavy použitelnosti se v dočasných návrhových situacích během provádění posuzují zpravidla pro kombinaci charakteristickou a kvazistálou eventuálně i častou dle čl. 3.3 (5) v [N6].

#### Kombinace zatížení na ložiska

Protože Eurokód [N1b] či [N10] nestanovuje žádná pravidla pro stanovení zatížení na ložiska

a jejich posuny, lze postupovat buď podle čl. A4.2.7 v [N11] nebo podle [L1]. Podle čl. A4.2.7 v [N11] se pro stanovení zatížení a posunů v ložiskách má využít vztahů v [N1a], tj. pro mezní stav únosnosti ložisek se tedy kombinace zatížení provede dle rovnic (6.10a) a (6.10b) a posuny se stanoví pro charakteristickou kombinaci zatížení.

Podle [L1] se stanoví zatížení na pevné ložisko od rozdílu vodorovných sil a posuny ložiskách se stanoví z charakteristické rovnice s doplněnými součiniteli zatížení.

### 3.2. STÁLÉ ZATÍŽENÍ

#### 3.2.1. Vlastní tíha

Vlastní tíha byla vnesena do výpočtu programem SCIA.

#### 3.2.2. Ostatní stálé zatížení

Objemové hmotnosti materiálů uvažovány podle příl. A, tab. A.6 v [N2].

##### Vozovkové souvrství včetně izolace (tl. 0,11 m)

obj.hmotnost  $24 \text{ kN/m}^3$       zatížení  $0,11 \times 24 = 2,64 \text{ kN/m}^2$

##### Pochozí vrstvy na ocelových konzolách (tl. 0,036 m)

obj.hmotnost  $24 \text{ kN/m}^3$       zatížení  $0,036 \times 24 = 0,86 \text{ kN/m}^2$

Uvažovaná proměnnost tl. vozovky je +40% až -20%, pokud nejsou uvažovány přídatné vrstvy (čl. 5.2.3 (3) v [N2]).

horní mez zatížení vozovkou:  $1,4 \times 34,50 = 48,30 \text{ kN/m}$

dolní mez zatížení vozovkou:  $0,8 \times 34,50 = 27,60 \text{ kN/m}$

##### Římsy na betonovém mostě (šířka 2,5 m)

a) část na konstrukci (šířka 2,2 m, tl. 0,24 m)

obj.hmotnost  $25 \text{ kN/m}^3$       zatížení  $0,24 \times 25 = 6,0 \text{ kN/m}^2$

b) vyložená část (výška 0,61 m, tl. 0,30 m)

obj.hmotnost  $25 \text{ kN/m}^3$       zatížení  $0,18 \times 25 = 4,5 \text{ kN/m}$

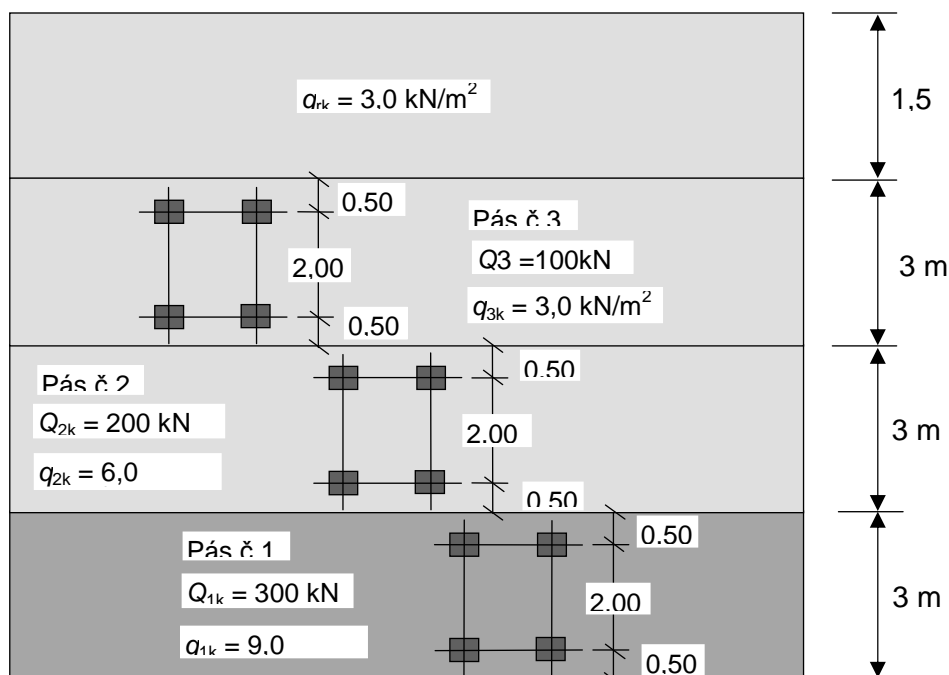
zatížení momentem:  $4,5 \times 0,15 = 0,675 \text{ kNm/m}$

##### Ocelové zábradlí a protidotykové stěny

zatížení na  $1 \text{ m}^2$  pro jednu římsu (odhad):      zatížení =  $2,0 \text{ kN/m}$

### 3.3. ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

#### 3.3.1. Model zatížení 1



Hlavní zatěžovací systém mostu

Hlavní svislý zatěžovací systém mostu představuje zatěžovací model LM1. Schéma se skládá ze dvou částkových systémů s dynamickým přírůstkem.

Hodnoty regulačních součinitelů  $\alpha$  pro ČR:

| Skupina pozemních komunikací | $\alpha_{Q1}$ | $\alpha_{Q2}$ | $\alpha_{Q3}$ | $\alpha_{q1}$      | $\alpha_{q2}$ | $\alpha_{q1} (i > 2) \text{ a } \alpha_{qr}$ |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--|
| 1                            | 1             | 1             | 1             | 1                  | 2,4           | 1,2  |
| 2                            | 0,8           | 0,8           | 0,8           | 0,45 <sup>1)</sup> | 1,6           | 1,6  |

Skupina 1: dálnice, rychlostní komunikace, silnice I., II., III. Třídy

Skupina 2: silnice III.třídy předem stanovené příslušným úřadem, obslužné místní a účelové komunikace

První část tvoří 2 dvounápravové soustředěné zatížení (Tandem system), kde tíha náprav:

- v zatěžovacím pruhu č. 1 má tíha  $\alpha_{Q1} \cdot Q_{k1} = 1,0 \cdot 300 = 300 \text{ kN}$
- v zatěžovacím pruhu č. 2 má tíha  $\alpha_{Q2} \cdot Q_{k2} = 1,0 \cdot 200 = 200 \text{ kN}$
- v zatěžovacím pruhu č. 3 má tíha  $\alpha_{Q2} \cdot Q_{k2} = 1,0 \cdot 100 = 100 \text{ kN}$

Svislá složka zatížení:

$Q_k = 300 + 200 + 100 = 600 \text{ kN}$  (charakteristická hodnota zatížení)

Druhou část zatížení tvoří rovnoměrné spojitě zatížení (UDL) s intenzitou:

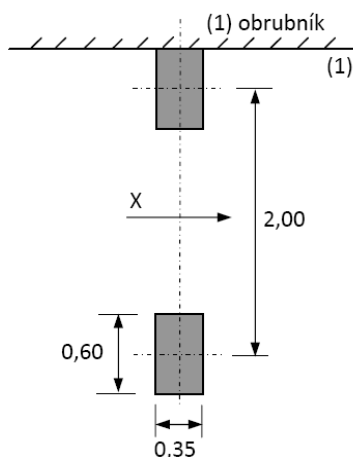
- v zatěžovacím pruhu č.1  $\alpha_{q1} \cdot q_{k1} = 1,0 \cdot 9,0 = 9,0 \text{ kN/m}^2$
- v zatěžovacím pruhu č.2  $\alpha_{q2} \cdot q_{k2} = 2,4 \cdot 2,5 = 6,0 \text{ kN/m}^2$
- na zbylé ploše zat. prostoru  $\alpha_{rk} \cdot q_{rk} = 1,2 \cdot 2,5 = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Svislá složka zatížení:

$q_k = 3 \cdot 9,0 + 3 \cdot 6,0 + 3 \cdot 3,0 + 1,5 \cdot 3,0 = 27 + 18 + 9 + 4,5 = 58,5 \text{ kN/m}$  (char. hodnota zatížení)

### 3.3.2. Model zatížení 2

Model zatížení č. 2 představuje jednonápravové zatížení. Tíha nápravy je  $\beta_Q \cdot Q_{ak}$ , kde  $Q_{ak} = 400 \text{ kN}$  a  $\beta_Q = \alpha_{Q1} = 1$ .



Model zatížení nebyl v tomto stupni projektové dokumentace uvažován.

### 3.3.3. Model zatížení 3

Model zatížení 3 představuje zatížení zvláštními vozidly. Dynamický součinitel je stanoven podle druhu pozemní komunikace. S dynamickým součinitelem se neuvažuje při návrhu masivní spodní stavby a založení mostu.

Pro silnice I. a II. třídy je stanoven následovně:

| Tabulka NA.2.3 – Zvláštní vozidla pro silnice I. a II. třídy |   |
|--|---|
| Celková tíha   | 1 800 kN  |
| Označení   | 1800/200  |
| Nápravy  | $n = 9 \times 200 \text{ kN}$ ,<br>$e = 1,50 \text{ m}$   |
| Umístění zatížení  | Zvláštní vozidlo se pohybuje v ideální stopě v prostoru všech zatěžovacích pruhů podle čl. A.3 (2), přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50 \text{ m}$ . |
| Kombinace zatížení   | Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.   |
| Rychlost   | Normální<br>( $\leq 70 \text{ km/hod}$ )  |
| Dynamický součinitel   | Ano, $\varphi = 1,25$   |
| Poznámka   | Jedná se o jediné vozidlo na mostě.   |

### 3.3.4. Model zatížení 4

Model zatížení LM4 je tvořen zatížením davem lidí. Tato sestava nebude rozhodovat, nebyla tedy zavedena do výpočtu.

### 3.3.5. Model zatížení na únavu

Tento výpočet bude doplněn v následujícím stupni projektové dokumentace.

### 3.3.6. Zatížení chodníku

Zatížení chodníkem se uvažuje jako rovnoměrné zatížení  $q_{lk} = 3 \text{ kN/m}^2$ .

### 3.3.7. Brzdné a rozjezdové síly

**Do sestavy gr2** (s častými hodnotami modelu LM1)

(na celý most dle čl. 4.4.1 a NA 2.18 v [N8])

$$Q_{lk} = 0,6 \alpha_{Q1} (2Q_{lk}) + 0,1 \alpha_{q1} q_{lk} w_1 L,$$

kde  $L$  je délka nosné konstrukce mostu,  $w_1$  je šířka zatěžovacího pruhu č. 1.

s omezením  $\max 180 \alpha_{Q1} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$ , kde  $180 \alpha_{Q1} = 180 \times 1,0 = 180 \text{ kN}$

Betonová konstrukce:

$$Q_{lk} = 0,6 \times 1,0 \times 2 \times 300 + 0,1 \times 1,0 \times 9 \times 3 \times 59,87 = 522 \text{ kN}$$

(vyhovuje omezujícím podmínkám)

Ocelová konstrukce:

$$Q_{lk} = 0,6 \times 1,0 \times 2 \times 300 + 0,1 \times 1,0 \times 9 \times 3 \times 90,70 = 605 \text{ kN}$$

(vyhovuje omezujícím podmínkám)

**Do sestavy gr5** (s hodnotami modelu LM3)

(na celý most dle čl. 4.4 v [N8] a poznámy NA 2.18 ve Změně Z3)

$$Q_{lk} = 0,6 Q_{LM3} + 0,1 \alpha_{q2} q_{2k} w_1 L,$$

kde  $L$  je délka nosné konstrukce mostu,  $w_1$  je šířka zatěžovacího pruhu č. 1.

s omezením  $\max 180 \alpha_{q1} \leq Q_{lk} \leq 600 \text{ kN}$ , kde  $180 \alpha_{Q1} = 180 \times 1,0 = 180 \text{ kN}$

Vozidlo se v pruhu č. 1 pohybuje bez dalších zatížení dle NA 2.2.

$$Q_{lk} = 0,6 \times 1800 = 1080 \text{ kN} \Rightarrow \text{dle omezujících podmínek } Q_{lk} = 600 \text{ kN}.$$

### 3.3.8. Odstředivé a jiné příčné síly

Mostní objekt se nachází půdorysně v přímé trase, z toho důvodu nebyly odstředivé síly zavedeny do výpočtu. Jako příčné síly jsou uvažovány boční síly od šikmého brzdění nebo smyku hodnotou 25% podélné brzdné nebo rozjezdové síly.



### 3.4. ZATÍŽENÍ NA OPĚRY A NA STĚNY PŘILÉHAJÍCÍ K MOSTU

#### 3.4.1. Přitížení oblasti za rubem mostu

Za rubem mostu je zemina násypového tělesa:

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| objemová hmotnost                | 21 kN/m <sup>3</sup>                           |
| souč. zemního tlaku              | 0,5  |
| Výška dříku                      | 4,79 m   |
| Výška základu                    | 1,5 m  |
| Velikost zemního tlaku na dřík   | $21 \times 0,5 \times 4,79 = 50,3 \text{ kPa}$ |
| Velikost zemního tlaku na základ | $21 \times 0,5 \times 1,5 = 15,75 \text{ kPa}$ |
| Velikost zemního tlaku dohromady | $50,3 + 15,75 = 66,05 \text{ kPa}$             |

### 3.5. ZATÍŽENÍ V MIMOŘÁDNÝCH NÁVRHOVÝCH SITUACÍCH

#### 3.5.1. Síly od nárazu na podpěry a jiné podpěrné prvky

Uvažuje se náraz do pilíře železniční dopravou. Jedná se o pilíř P5, který se nachází v pásmu 3,0 – 5,0m od osy koleje. Ostatní pilíře jsou ve větší vzdálenosti, náraz se neuvažuje.

Síly od nárazu:

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| V podélném směru: | $F_x = 4000 \text{ kN}$ |
| V příčném směru:  | $F_y = 1500 \text{ kN}$ |

Uvažuje se vždy pouze se zatížením v podélném, nebo jen v příčném směru.

Síla působí ve výšce 1,8m nad TK.

#### 3.5.2. Síly od nárazu do nosné konstrukce

Síla od nárazu do nosné konstrukce se neuvažuje.

#### 3.5.3. Síly od nárazu na obručníky

Síla na obručník:  $F_o = 100 \text{ kN}$

#### 3.5.4. Síly od nárazu na svodidla

Most je bez svodidel, s nárazem do svodidla tedy nebylo uvažováno.

#### 3.5.5. Síly od nárazu na nosné prvky

Na mostě se neuvažuje se zatížením od nárazu na nosné prvky.

### 3.6. NEROVNOMĚRNÝ POKLES PODPĚR

Při výpočtu bylo uvažováno s nerovnoměrným poklesem opěr o hodnotě 10,0 mm.

### 3.7. ZATÍŽENÍ ÚČINKY TEPLOTY

Ocelový most je dle čl. 6.1.1 v [N5] uvažován jako typ konstrukce 1, betonový most jako typ konstrukce 3. Max. a min. teploty vzduchu v místě mostu se určí podle map v národní příloze (obr. NA 1 a NA 2):

Maximální teplota vzduchu:  $T_{\max} = 38,1 \text{ °C}$  až  $40 \text{ °C}$ ,

Minimální teplota vzduchu:  $T_{\min} = -30,1 \text{ °C}$  až  $-32 \text{ °C}$ .

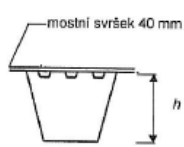
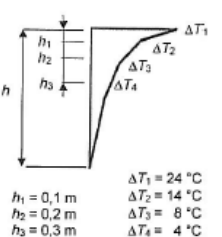
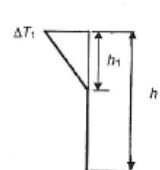
Součinitel teplotní roztažnosti se pro beton uvažuje hodnotou 0,000012.

Účinky teploty se dle čl. A2.2.2 (6) a NA2.6 v [N1b] neuvažují současně se zatížením větrem.

#### 3.7.1. Zatížení pro ocelový most

##### Zatížení účinky nerovnoměrné teploty

Rozdílové složky teploty byly uvažovány dle obr. 6.2a. dle ČSN EN 1991-1-5

| Typ konstrukce   | Rozdíly teplot $\Delta T$  |   |
|--|--|---|
|  | (a) oteplení   | (b) ochlazení   |
|  <p>Typ 1.a: ocelová mostovka na ocelových komorových nosnících</p> |  <p> <math>\Delta T_1 = 24\text{ }^{\circ}\text{C}</math><br/> <math>\Delta T_2 = 14\text{ }^{\circ}\text{C}</math><br/> <math>\Delta T_3 = 8\text{ }^{\circ}\text{C}</math><br/> <math>\Delta T_4 = 4\text{ }^{\circ}\text{C}</math> </p> <p> <math>h_1 = 0,1\text{ m}</math><br/> <math>h_2 = 0,2\text{ m}</math><br/> <math>h_3 = 0,3\text{ m}</math> </p> |  <p> <math>\Delta T_1 = -6\text{ }^{\circ}\text{C}</math><br/> <math>h_1 = 0,5\text{ m}</math> </p> |

### Zatížení účinky rovnoměrné teploty

Max. a min. rovnoměrné složky teploty nosné konstrukce se stanoví dle čl. NA 2.4 v [N5]:

Typ 1 – ocelová nosná konstrukce

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 16 = 40 + 16 = 56\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} - 3 = -32 - 3 = -35\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výchozí teplotu mostu lze dle čl. NA 2.21 v [N5] uvažovat  $T_0 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Charakteristické maximální rozsahy rovnoměrné složky teploty (dle čl. 6.1.3.3 v [N5]):

$$\Delta T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 56 - 10 = 46\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – prodloužení NK}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = -(10 + 35) = -45\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – zkrácení NK}$$

$$\Delta T_N = 91\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – celkový rozsah rovnoměrné složky teploty}$$

### 3.7.2. Zatížení pro betonový most

#### Zatížení účinky nerovnoměrné teploty

Při výpočtu bylo uvažované s lineárním teplotním spádem. Pro betonovou desku předpokládáme:

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = -8\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – záporný rozdíl v lineárním teplotním profilu}$$

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = k_{\text{sur}} \cdot 15\text{ }^{\circ}\text{C} = 10,5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – kladný rozdíl v lineárním teplotním profilu (součinitel na zohlednění tloušťky povrchové úpravy } k_{\text{sur}} = 0,7 \text{ při tloušťce vozovky } > 100\text{ mm}).$$

#### Zatížení účinky rovnoměrné teploty

Při výpočtu bylo uvažované s konstantní teplotou. Pro betonovou desku předpokládáme:

$$T_{\max} = +40\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – složka maximální teploty vzduchu podle mapy dle ČSN EN 1991-1-5}$$

$$T_{\min} = -32\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – složka minimální teploty vzduchu podle mapy dle ČSN EN 1991-1-5}$$

$$T_0 = +10\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – počáteční teplota}$$

Maximální a minimální složky teploty mostu:

$$T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5\text{ }^{\circ}\text{C} = 41,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,\min} = T_{\min} + 8,0\text{ }^{\circ}\text{C} = -24\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Hodnoty rovnoměrné teplotní složky:

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = -34,0\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – zkrácení NK}$$

$$\Delta T_{N,\exp} = T_{e,\max} - T_0 = 31,5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – prodloužení NK}$$

$$\Delta T_N = 65,5\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ – celkový rozsah rovnoměrné složky teploty}$$

### 3.7.3. Kombinace rovnoměrné a nerovnoměrné složky teploty

(dle čl. 6.2 v [N5])

Současné působení rovnoměrné a rozdílové složky teploty se uvažuje podle vztahů:

$$\Delta T_{M,\text{heat}} \text{ (nebo } \Delta T_{M,\text{cool}}) + \omega_N \Delta T_{N,\exp} \text{ (nebo } \Delta T_{N,\text{con}})$$

nebo

$$\omega_M \Delta T_{M,\text{heat}} \text{ (nebo } \Delta T_{M,\text{cool}}) + \Delta T_{N,\exp} \text{ (nebo } \Delta T_{N,\text{con}})$$

$$\text{kde } \omega_M = 0,75 \text{ a } \omega_N = 0,35$$

Vzhledem k tomu, že se jedná o spojitý nosník, tak rovnoměrná složka teploty nepůsobí žádné síly v konstrukci.

### 3.8. ZATÍŽENÍ ÚČINKY VĚTRU

#### 3.8.1. Všeobecně

Zatížení větrem se uvažuje podle [N4]. S ohledem na typ a rozpětí mostu není nutný dynamický výpočet odezvy mostu a lze tak ve smyslu čl. 8.3.2 v [N4] použít zjednodušenou metodu pro stanovení tlaku větru na nosnou konstrukci mostu.

Větrová oblast dle Mapy větrových oblastí je I, tj. základní výchozí rychlost větru je  $v_{b,0} = 22,5$  m/s. Do kombinace se zatížením dopravou se ve smyslu čl. 8.1 (4) v [N4] a též čl. A2.2.2 (3) v [N1b] má uvažovat kombinační hodnota  $\psi_0 F_{wk}$ , kde  $\psi_0 = 0,6$ , omezená maximální hodnotou  $F_{wk}^*$  určenou pro rychlost větru  $v_{b,0}^* = 23$  m/s.

Zatížení větrem se dle [N1b] neuvažuje současně s brzdnými nebo odstředivými silami, resp. sestavou gr2 (čl. A2.2.2 (3), se zatížením teplotou (čl. A2.2.2 (6) a NA2.6) ani s mimořádným zatížením (čl. A2.2.5 (1)).

Výška vystavená tlaku větru je dle čl. 8.3.1 (4) a tab. 8.1 v [N4]:

pro nezatížený most:  $dtot = 3,40$  (výška čelní plochy mostu + výška protidotykové zábrany)

pro zatížený most:  $dtot = 3,60$  m (průměrný výška vozidla 2,0 m nad povrch vozovky)

Uvažuje se nejnepříznivější zatěžovací délka bez ohledu na umístění svislých zatížení od dopravy.

Referenční výška je dle čl. 8.3.1 (6) v [N4]:  $ze = 9$  m.

Pro návrh mostu je rozhodující kombinace s dopravou, zatížení bude určeno pro rychlost větru  $v_{b,0}^* = 22,5$  m/s a výšku  $dtot = 3,60$  m.

#### 3.8.2. Tlak větru na nosnou konstrukci

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| měrná hmotnost vzduchu:            | $\rho = 1,25$ kg/m <sup>3</sup>                  |
| rychlost větru:                    | $v_b = 22,5$ m/s                                 |
| šířka mostu:                       | $b = 15,0$ m                                     |
| výška vystavená tlaku:             | $dtot = 3,60$ m                                  |
| výška nad terénem:                 | $ze = 9$ m                                       |
| kategorie terénu:                  | III  |
| součinitel expozice:               | $ce = 1,7$                                       |
| součinitel pro vodorovné zatížení: | $cf,x = 1,3$ (pro $b/dtot = 15,0/3,6 = 4,2$ )    |
| referenční plocha:                 | $A_{ref} = 3,6$ m <sup>2</sup> (pro běžný metr)  |
| součinitel zatížení větrem:        | $C = ce \cdot cf,x = 2,21$                       |
| součinitel pro svislé zatížení:    | $cf,z = 0,9$                                     |
| referenční plocha:                 | $A_{ref} = 15,0$ m <sup>2</sup> (pro běžný metr) |
| součinitel zatížení větrem:        | $C = ce \cdot cf,z = 1,53$                       |

Síla větru vodorovná:  $F_{w,x} = 0,5 \cdot \rho \cdot (v_b)^2 \cdot C \cdot A_{ref} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 \cdot 2,21 \cdot 3,6 = 2,5$  kN/m

Síla větru svislá:  $F_{w,z} = 0,5 \cdot \rho \cdot (v_b)^2 \cdot C \cdot A_{ref} = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 \cdot 1,53 \cdot 15,0 = 7,3$  kN/m

### 3.9. ZATÍŽENÍ SEIZMICKÉ

Posouzení na seizmicitu je provedeno dle [N13].

Dle mapy seizmických oblastí v čl. NA.2.6 se most nachází v oblasti s maximální velikostí referenčního špičkového zrychlení podloží  $ag_R = 0,00$  až  $0,02$  g, což jsou nejnižší možné hodnoty v ČR.

Vzhledem k této hodnotě referenčního špičkového zrychlení předpokládáme, že se dle čl. 2.2 a NA.2.7 bude jednat o případ velmi malé seizmicity ( $ag < 0,05$ ) a nebude tudíž potřeba provádět další posouzení.

## 4. OCELOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE

### 4.1. ZÁKLADNÍ ROMĚRY KONSTRUKCE

Jedná se o konstantní ocelový komorový průřez bez náběhů na celou délku spojitého nosníku.

Rozpětí polí:  $L1 = 26,4\text{m}$

$L2 = 37\text{ m}$

$L3 = 26,4\text{m}$

Základní charakteristiky průřezu:

Horní deska pod vozovkou:

šířka:  $10,0\text{m}$

tloušťka:  $14\text{mm}$

Horní deska pod chodníky:

šířka:  $2 \times 2,5\text{m}$

tloušťka:  $14\text{mm}$

Spodní deska:

šířka:  $7,8\text{ m}$

tloušťka:  $20\text{mm}$

Stěny:

počet stěn:  $4$

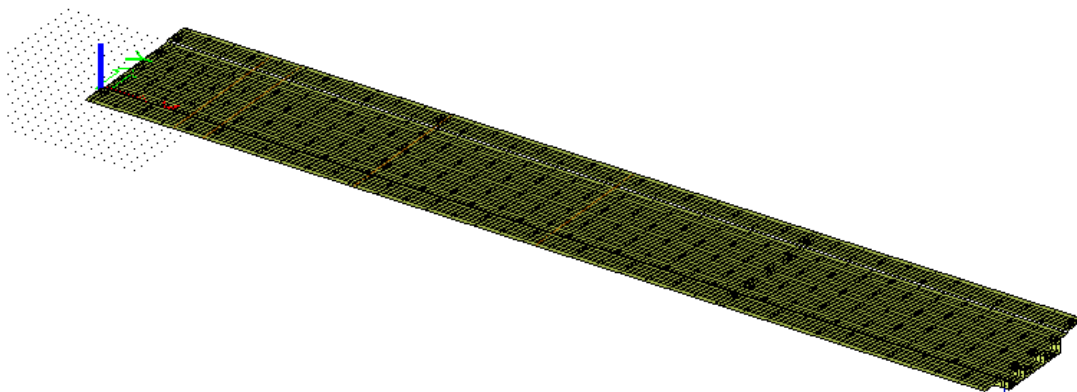
výška:  $1500\text{ mm}$

tloušťka:  $14\text{ mm}$

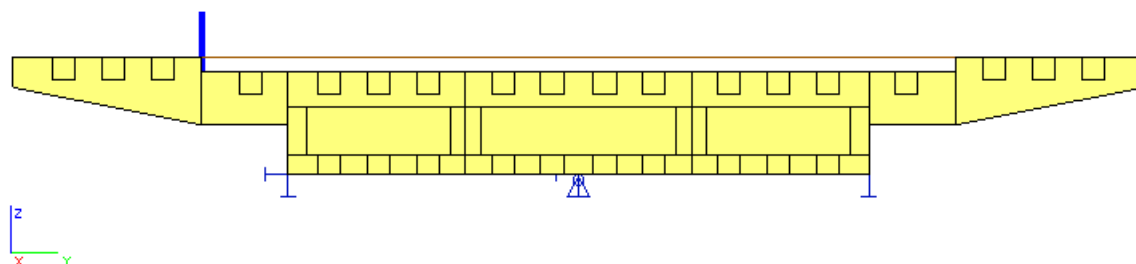
### 4.2. MODEL PRO PROGRAM SCIA

Pro výpočet mostu byl vytvořen 3D – deskostěnový model.

Celkový model:



Příčný řez modelem:



### 4.3. POSOUZENÍ MSÚ ZÁKLADNÍCH PRŮŘEZŮ

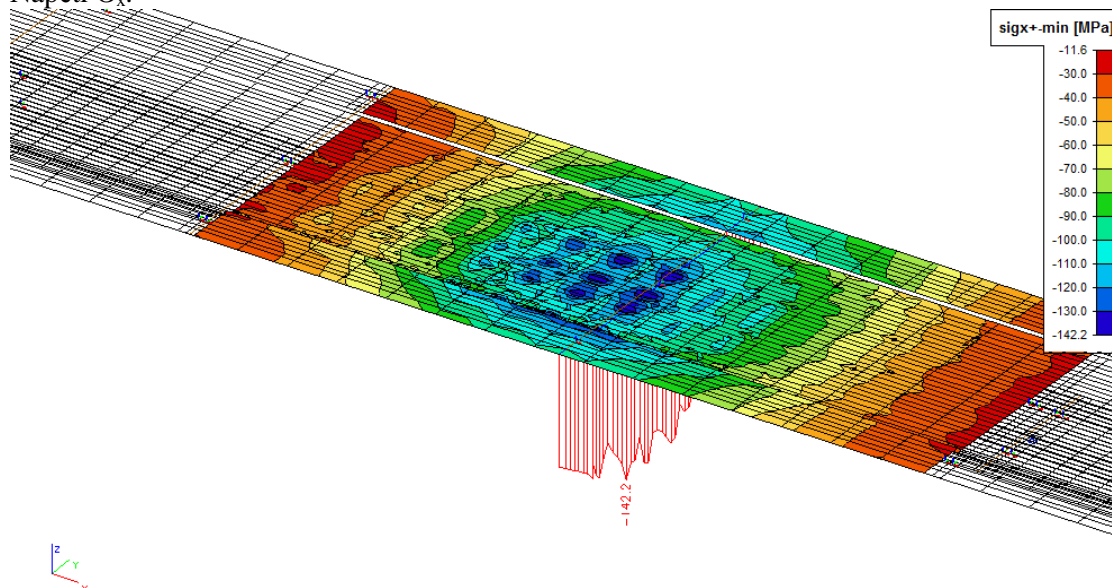
Napětí v ocelových prvcích je vykreslováno pro obálku všech kombinací

#### 4.3.1. Únosnost ocelové konstrukce v ohybu

##### Průřez č.1 – uprostřed rozpětí středního pole

Horní deska – podélný směr:

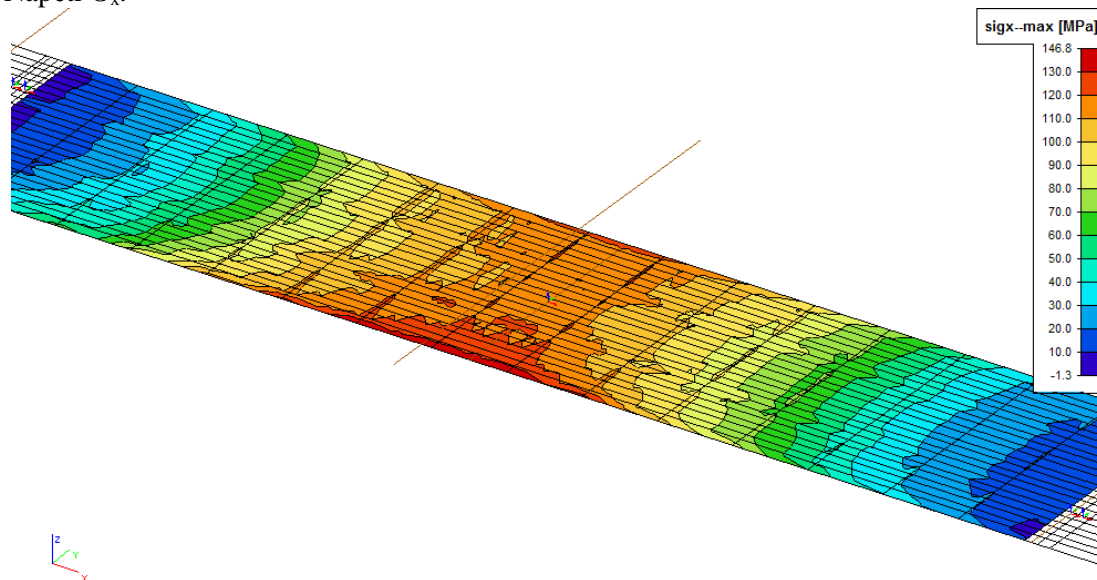
Napětí  $\sigma_x$ :



$$\sigma_x = 142,2 \text{ MPa} < f_{ysd} = 355 \text{ MPa} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Dolní deska - podélný směr:

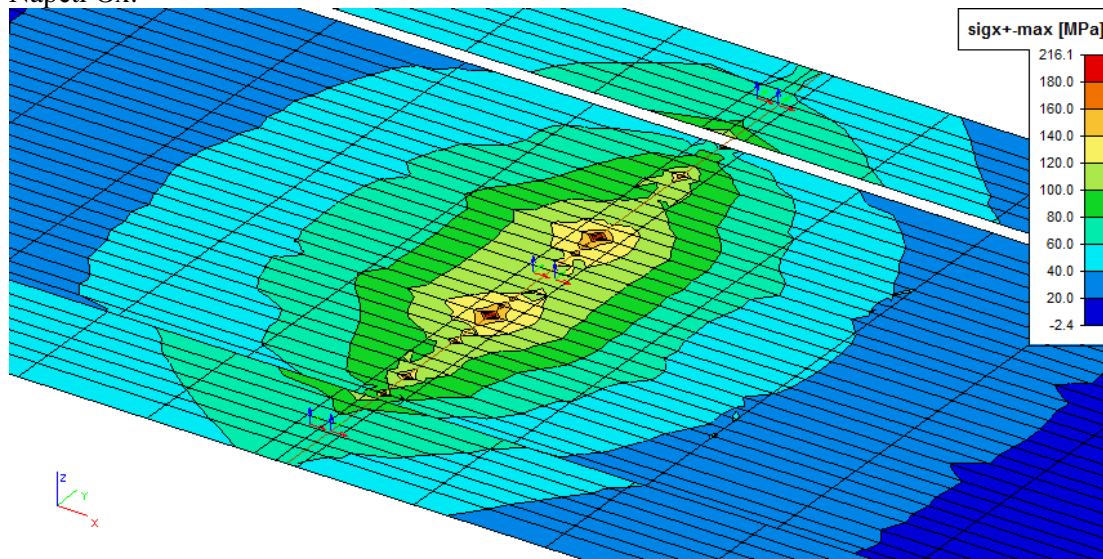
Napětí  $\sigma_x$ :



$$\sigma_x = 146,8 \text{ MPa} < f_{ysd} = 355 \text{ MPa} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

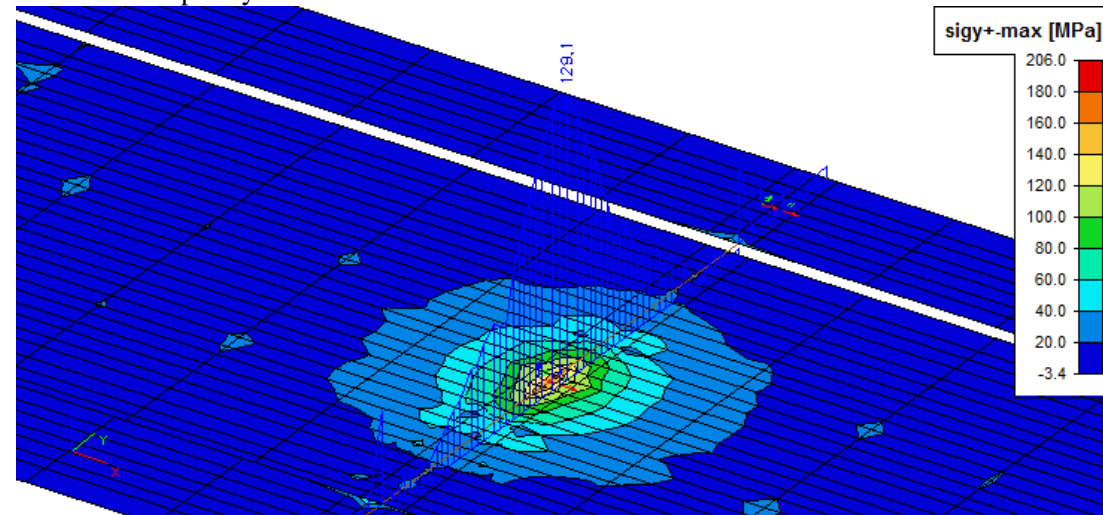
## Průřez č.2 – nad pilířem

Horní deska – podélný směr:

Napětí  $\sigma_x$ :

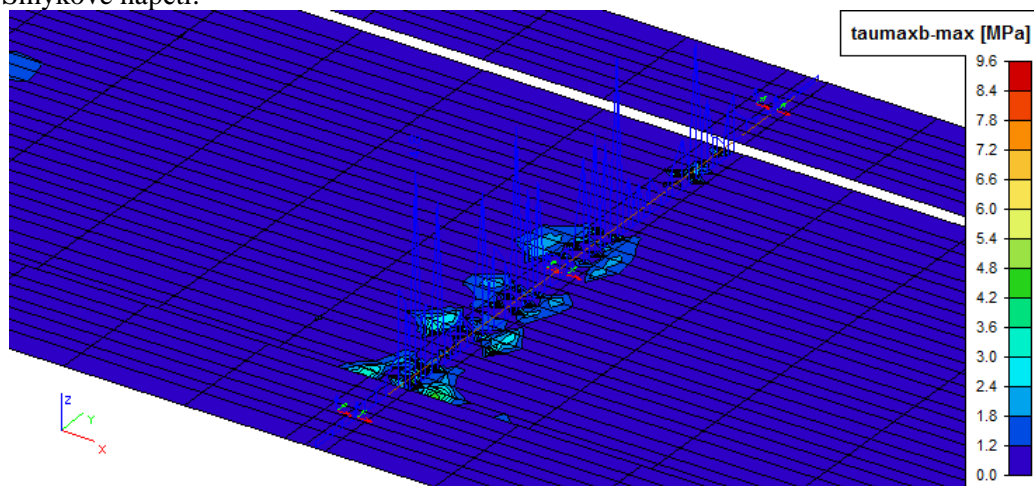
$$\sigma_x = 216 \text{ MPa} < f_{ysd} = 355 \text{ MPa} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Horní deska – příčný směr:



$$\sigma_y = 129 \text{ MPa} < f_{ysd} = 355 \text{ MPa} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Smykové napětí:



$\tau = 6,0 \text{ MPa}$

Celkové posouzení horní desky pro efektivní napětí:

$$\sigma_E = (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2)^{1/2}$$

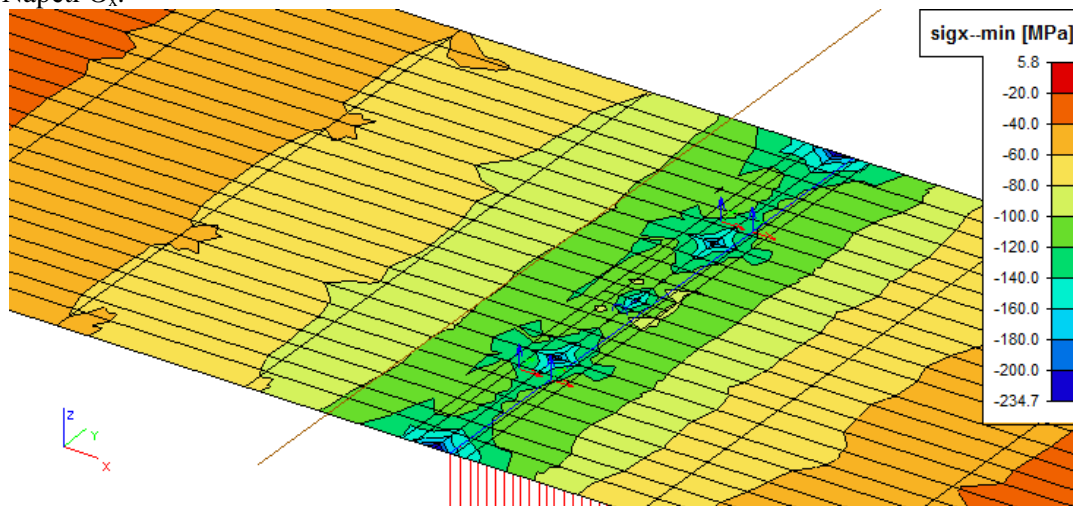
$$\sigma_E = (216^2 + 129^2 - 216 \cdot 129 + 3 \cdot 6^2)^{1/2}$$

$$\sigma_E = 189 \text{ MPa} \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Rozhodující jsou samostatná napětí pro každý směr

Dolní deska – podélný směr:

Napětí  $\sigma_x$ :

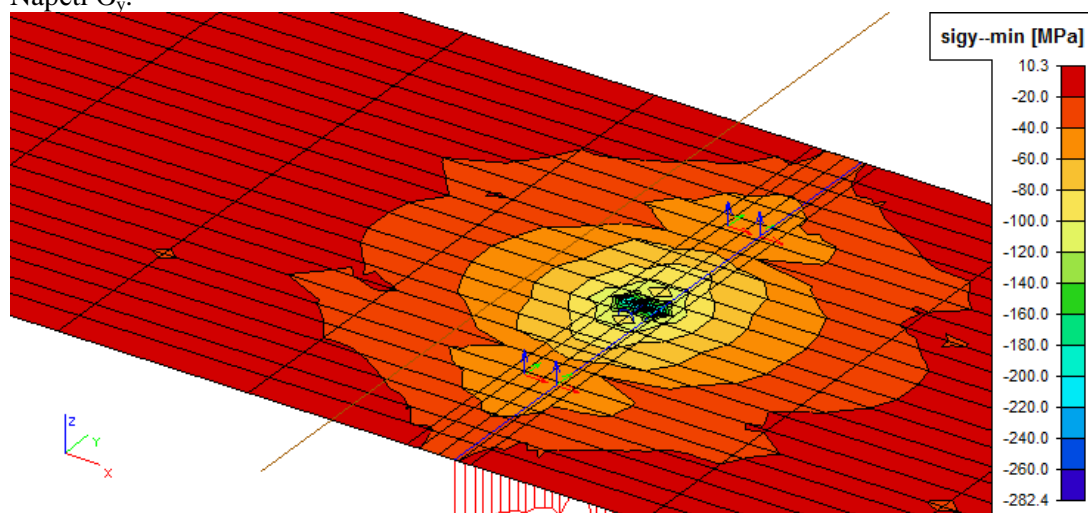


$\sigma_x = 235 \text{ MPa} < f_{ysd} = 355 \text{ MPa} \dots\dots \text{vyhovuje}$



Dolní deska – příčný směr:

Napětí  $\sigma_y$ :



$$\sigma_y = 282 \text{ MPa} < f_{ysd} = 355 \text{ MPa} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Smykové napětí v deskách je zanedbatelné.

Celkové posouzení dolní desky pro efektivní napětí:

$$\sigma_E = (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau^2)^{1/2}$$

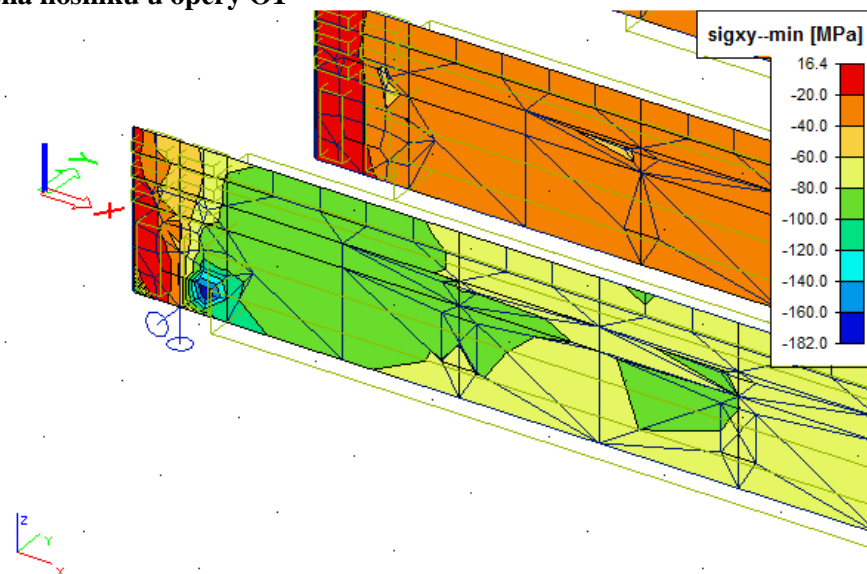
$$\sigma_E = (235^2 + 282^2 - 235 \cdot 282 + 3 \cdot 0^2)^{1/2}$$

$$\sigma_E = 261 \text{ MPa} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Rozhodující jsou samostatná napětí pro každý směr

#### 4.3.2. Únosnost ocelové konstrukce ve smyku

**Stěna nosníku u opěry O1**



Návrhové smykové napětí uvažováno  $\tau_{sd} = 140 \text{ MPa}$

Maximální reakce v podpoře:  $R_{zmax} = 3240 \text{ kN}$



Stěna bude posouzena bezpečně na posouvající sílu odpovídající reakci  
 $V_{sd} = 3240 \text{ kN}$

Únosnost stěny nosníku bez vlivu boulení:

Výška stěny:  $h_w = 1350 \text{ mm}$

Tloušťka stěny:  $t_w = 14 \text{ mm}$

Smyková únosnost stěny:

$$V_{Rd} = (h_w \cdot t_w \cdot f_{ysd}) / 3^{1/2} = (0,014 \cdot 1350 \cdot 355) / 1,732 = 3874 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$V_{sd} = 3240 \text{ kN} < V_{Rd} = 3874 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{vyhovuje}$$

Posouzení stěny s vlivem boulení:

Vzdálenost výztuh:  $a = 2400 \text{ mm}$

Výška stěny mezi deskami:  $d = 1320 \text{ mm}$

Součinitel kritického napětí ve smyku:

$$k_t = 5,34 + 4/(a/d)^2 = 5,34 + 4/(2400/1320)^2 = 5,34 + 1,21 = 6,55$$

Štíhlost stojiny:

$$\lambda_w = (d/t_w) / 37,4 \cdot k_t^{1/2} = (1320/14) / 37,4 \cdot 0,81 \cdot 6,55^{1/2} = 1,216$$

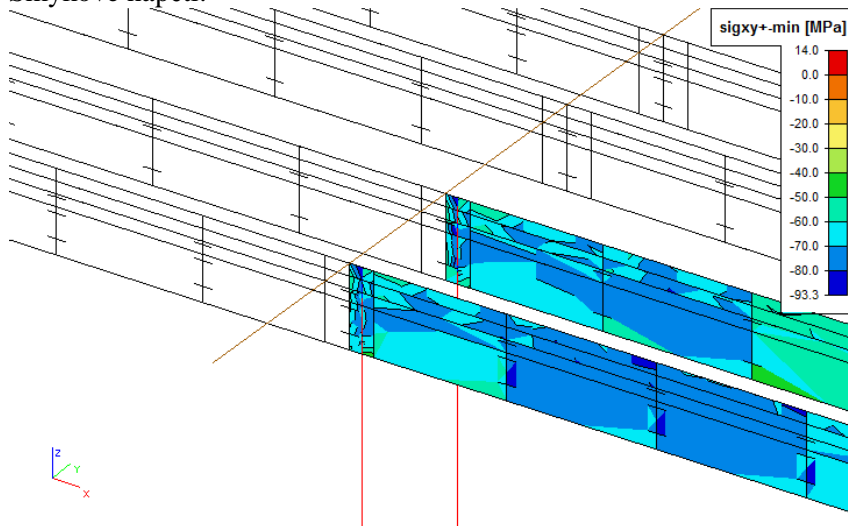
napětí na mezi únosnosti při boulení:

$$\tau_{ba} = 0,9 / \lambda_w \cdot (f_{ysd} / 3^{1/2}) = 0,9 / 1,216 \cdot 355 / 1,732 = 151,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_{sd} = 140 \text{ MPa} < \tau_{ba} = 151,7 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje}$$

Stěna nad střední podporou:

Smykové napětí:



Návrhové smykové napětí uvažováno  $\tau_{sd} = 90 \text{ MPa}$

Stěna stejných parametrů jako nad podporou:

Posouzení na napětí při boulení:

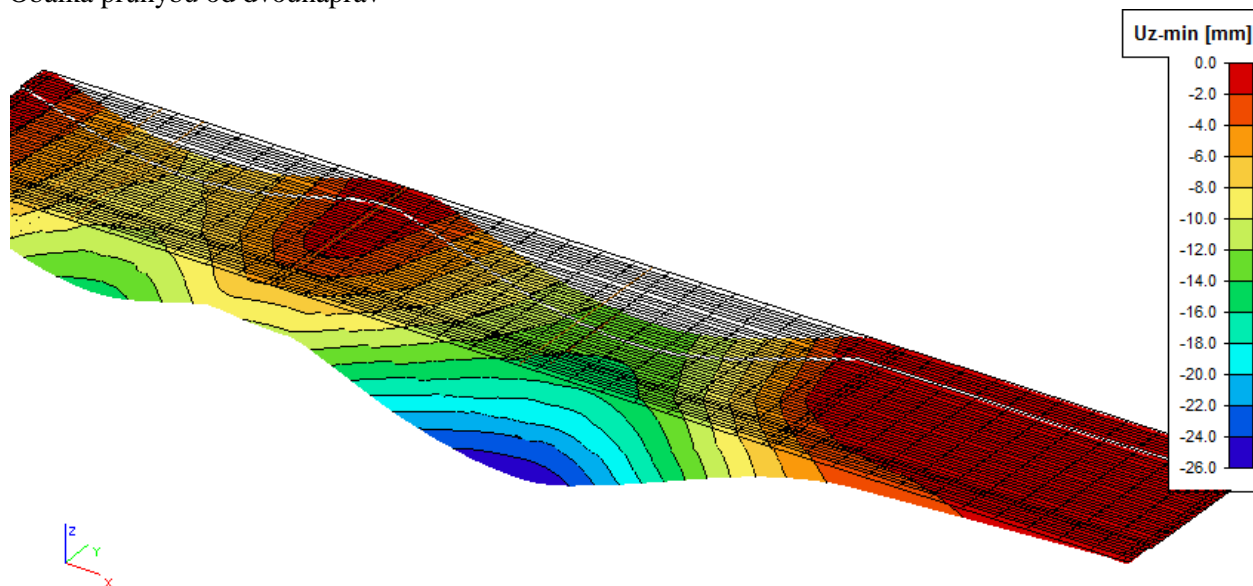
$$\tau_{sd} = 140 \text{ MPa} < \tau_{ba} = 151,7 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje}$$

#### 4.4. POSOUZENÍ MSP – PRŮHYB NK

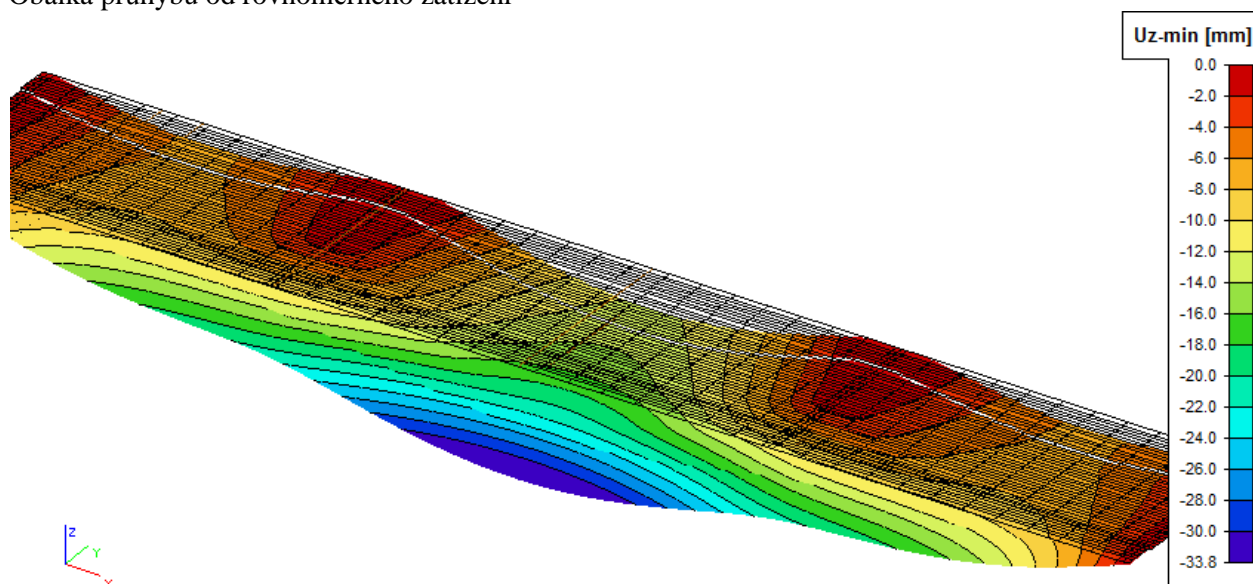
Jako limitní hodnota pro posouzení průhybu je uvažováno  $1/500.L$

Průhyb od dopravy – podle LM1

a) Obálka průhybu od dvounáprav



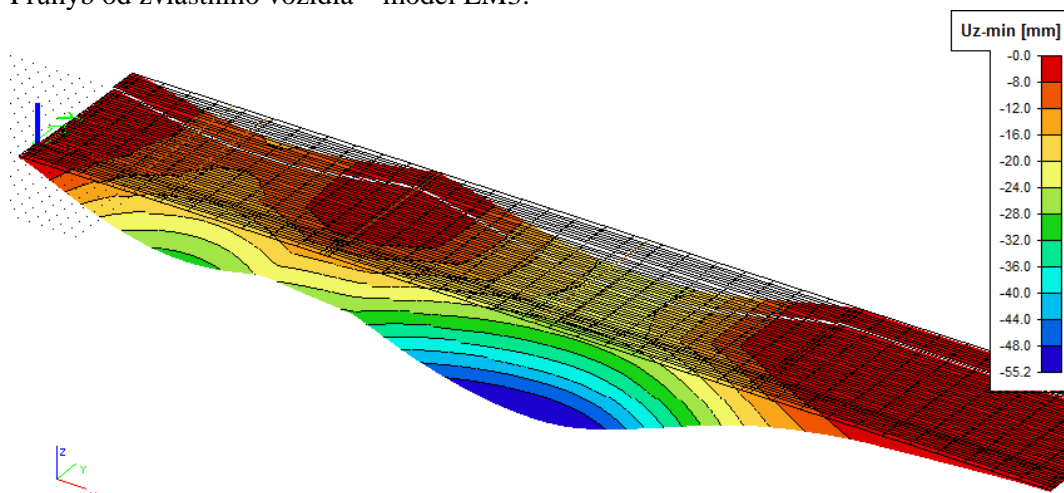
b) Obálka průhybu od rovnoměrného zatížení



Celkový průhyb od modelu LM1:

- Krajní pole:  $15 + 21 = 36 \text{ mm} < 53 \text{ mm} = 1/500.26400 \text{ mm}$  vyhovuje
- Střední pole:  $26 + 34 = 60 \text{ mm} < 74 \text{ mm} = 1/500.37000 \text{ mm}$  vyhovuje

Průhyb od zvláštního vozidla – model LM3:



Zvláštní vozidlo se uvažuje s dyn. součinitelem 1,25

- Krajní pole:  $29,7 \cdot 1,25 = 37 \text{ mm} < 53 \text{ mm} = 1/500.26400 \text{ mm}$  vyhovuje
- Střední pole:  $55,2 \cdot 1,25 = 69 \text{ mm} < 74 \text{ mm} = 1/500.37000 \text{ mm}$  vyhovuje

## 5. BETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce je pro tyto výpočty modelována jako deska s žebry tvořenými jednotlivými nosníky. Jsou modelovány příčníky, které jsou podepřeny v místě ložisek.

### 5.1. MODEL PRO PROGRAM SCIA

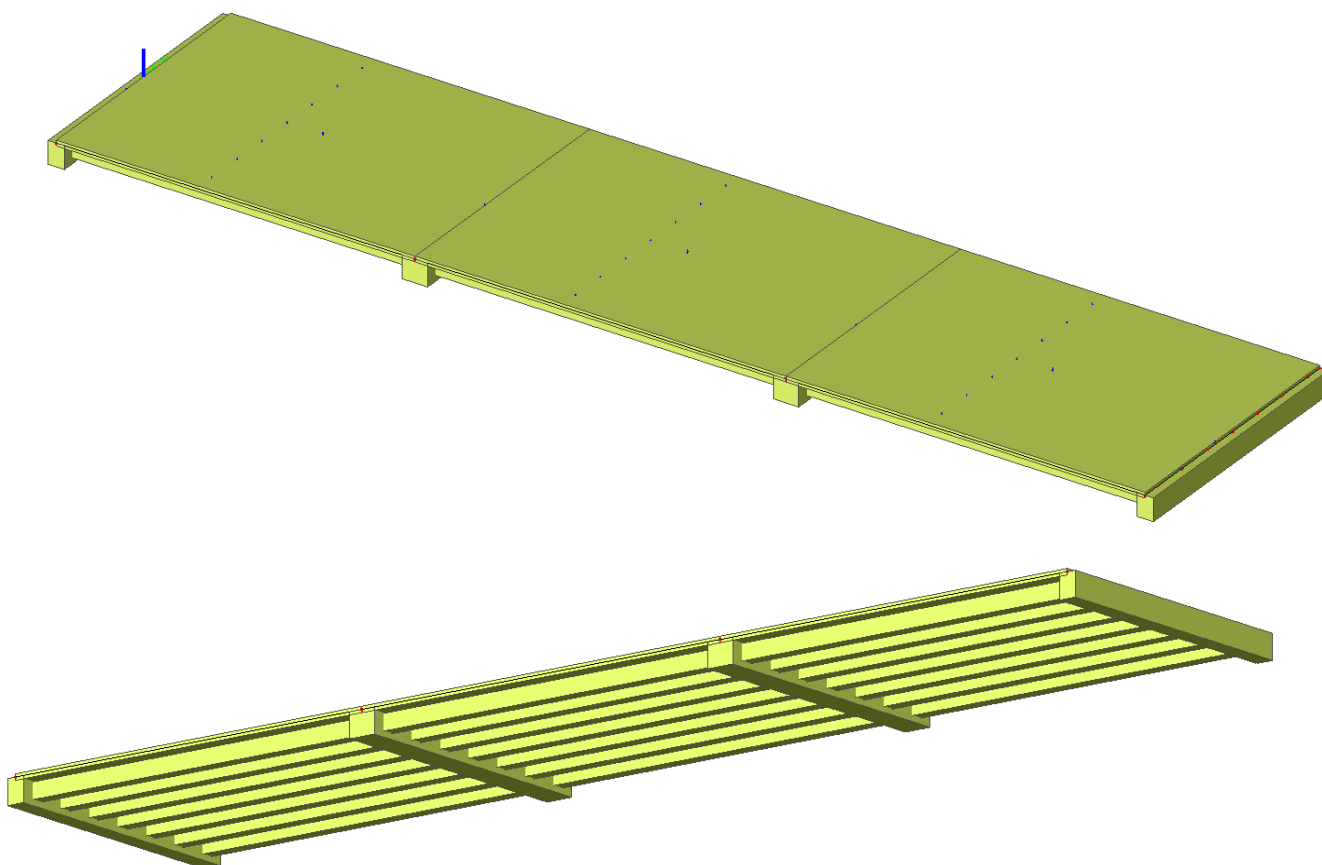
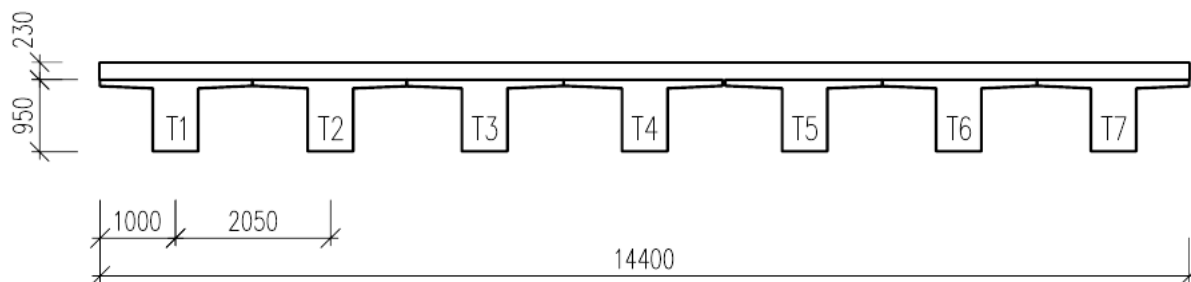


Schéma značení trámů



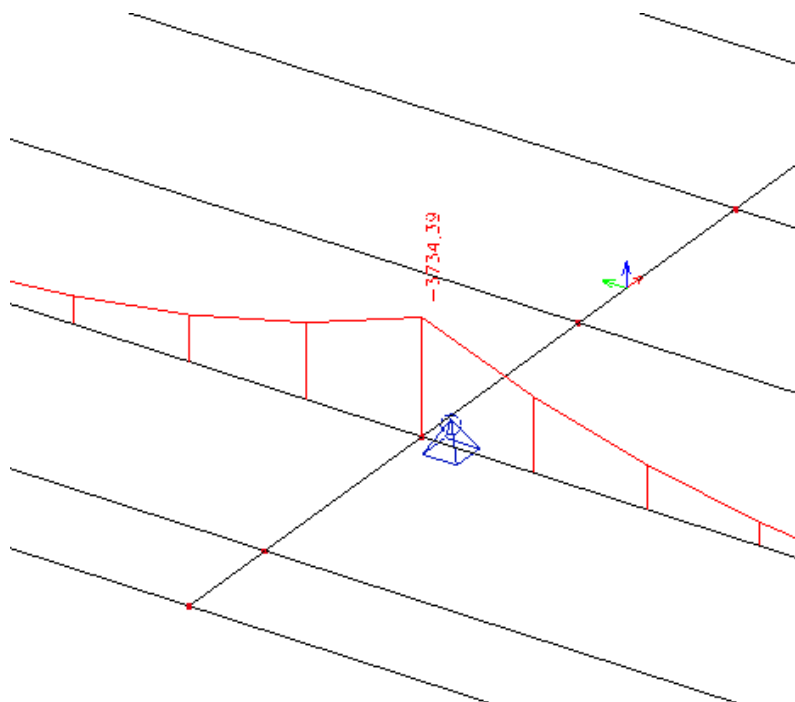
## 5.2. POSOUZENÍ NOSNÍKU

Byl posouzen pouze nejzatíženější trám nosné konstrukce – trám T2.

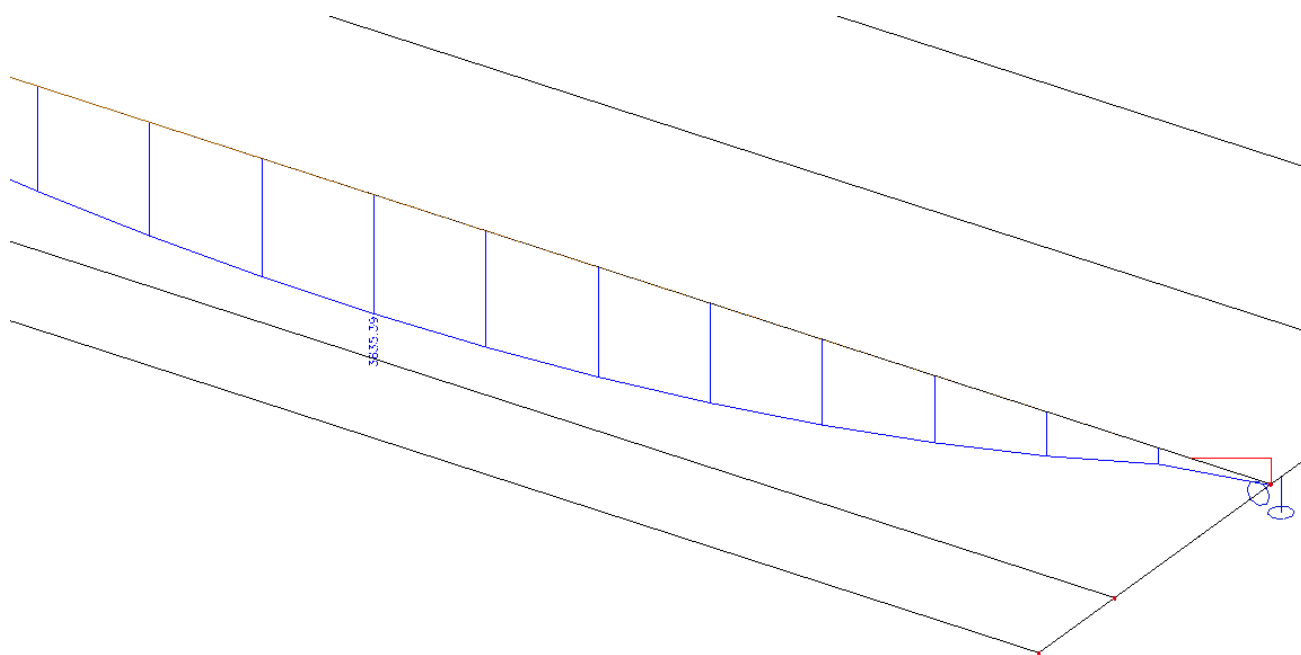
### 5.2.1. Vnitřní síly

|  | Střed pole<br>My,max<br>[kN] | Nad podporou<br>My,min<br>[kN] |
|--|------------------------------|--------------------------------|
| vlastní tíha                             | 842.0                        | -1211.1                        |
| ostatní stálé (vozovka, římsy, vybavení) | 281.6                        | -385.4                         |
| vybavení                                 | 0.0                          | 0.0                            |
| LM1 - TS                                 | 887.5                        | -479.6                         |
| LM1 - UDL                                | 406.8                        | -330.7                         |
| chodníky užité                           | 67.7                         | -35.9                          |
| LM3                                      | 1167.1                       | -824.5                         |
| vítr                                     | 63.6                         | -90.5                          |
| nerovnoměrná teplota                     | 212.6                        | -163.2                         |
| poklesy podpor                           | 171.2                        | -235.5                         |
| brzděné síly (LM3)                       | 0.0                          | 0.0                            |
| <b>Kombinace MSÚ</b>                     |                              |                                |
| MSU1 pro gr1a - 6.10a                    | 3126                         | -3350                          |
| MSU2 pro gr1a - 6.10b                    | 3527                         | -3456                          |
| MSU3 pro gr5 - 6.10a                     | 1971                         | -2666                          |
| MSU4 pro gr5 - 6.10b                     | <b>3713</b>                  | <b>-3734</b>                   |
| MSP Cha pro gr1a - 6.10b                 | <b>2782</b>                  | <b>-2809</b>                   |
| MSP Cha pro gr5 - 6.10b                  | 2628                         | -2809                          |

Průběh My nad podporou P3 pro MSU4:



Průběh My nad podporou P3 pro MSU4:



$$3635,39 / 3713 = 0,98 - \text{odchylka } 2 \%$$

### 5.2.2. Posouzení MSÚ

Pro mezní stav únosnosti byla v tomto stupni projektové dokumentace ověřena pouze výška předpjatého nosníku. Pro podrobnější výpočty by bylo potřeba znát přesný typ prefabrikovaného nosníku, který bude upřesněn až pro stupeň projektové dokumentace RDS.

Empirické posouzení výšky nosníku

rozpětí = 20,4 m

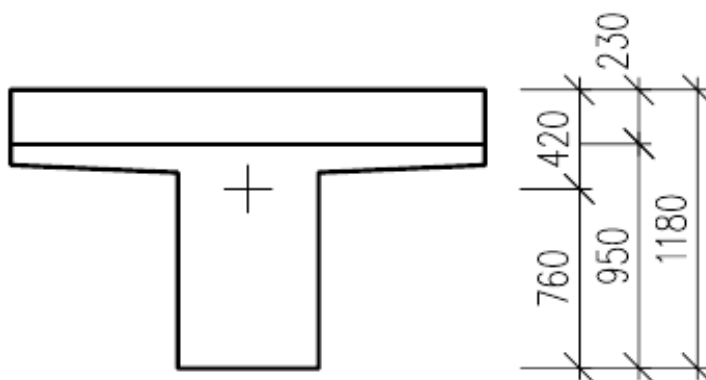
účinná výška = 0,95 + 0,23 = 1,18 m

$20,4 / 1,18 = 17,3 < 20$

Výška nosníku je dostačující pro toto rozpětí.

### 5.2.3. Posouzení MSP

Pro mezní stav použitelnosti bylo posouzeno napětí v dolních a horních vláknech průřezu. Pro výpočet návrhové hodnoty momentu byla použita charakteristická kombinace.



$$I_c = 0,2407 \text{ m}^4$$

#### Průřez ve středu rozpětí

$$M_{Ek} = 2782 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ck,h} &= (M_{Ek} / I_c) \cdot e_h = (2782 / 0,2407) \cdot 0,420 = 4,9 \text{ MPa} &< 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 45 = 27 \text{ MPa} \\ &< 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 45 = 20,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{ck,d} &= (M_{Ek} / I_c) \cdot e_d = (2782 / 0,2407) \cdot 0,760 = 8,8 \text{ MPa} &< 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 45 = 27 \text{ MPa} \\ &< 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 45 = 20,3 \text{ MPa} \end{aligned}$$

#### Průřez nad podporou P3

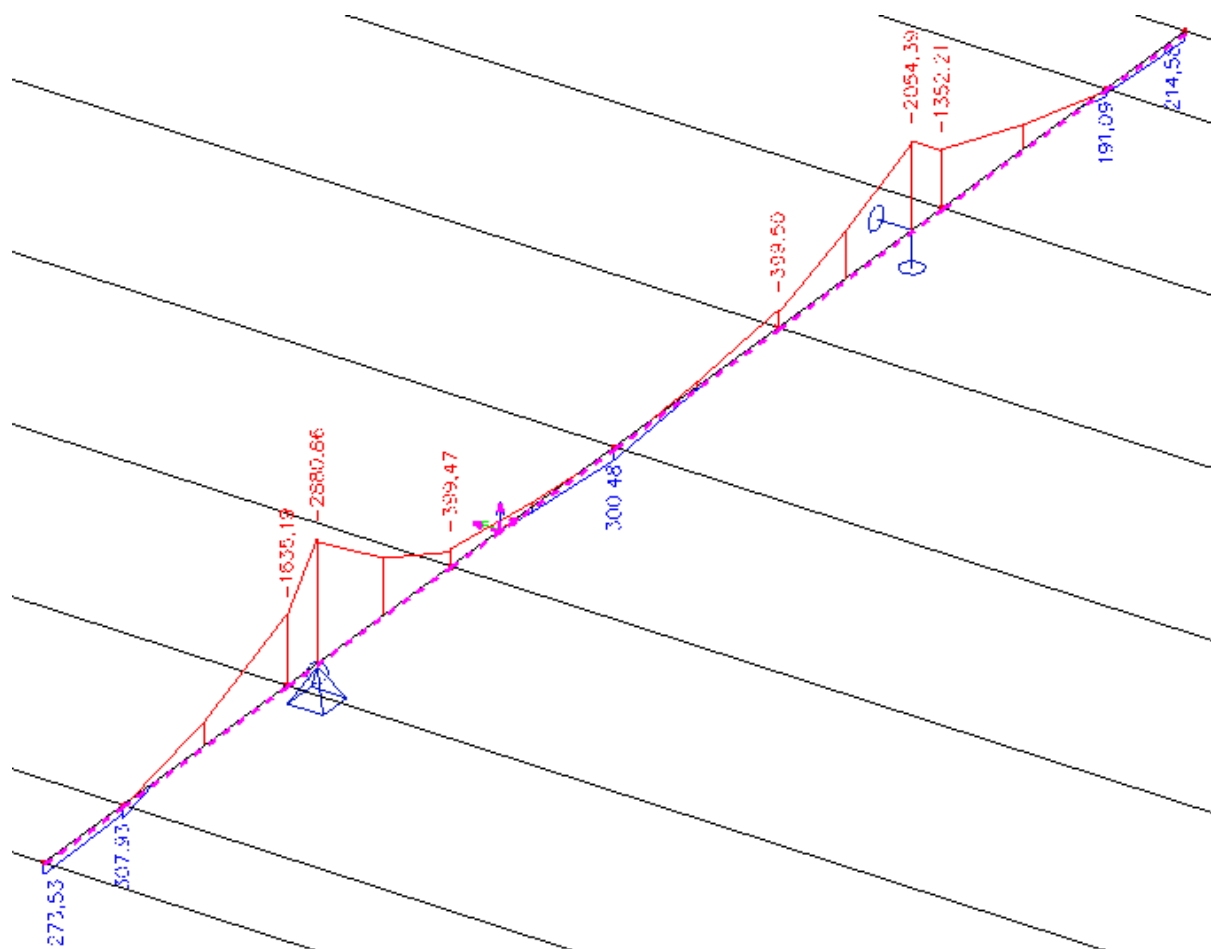
$$M_{Ek} = 2809 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ck,h} &= (M_{Ek} / I_c) \cdot e_h = (2809 / 0,2407) \cdot 0,420 = 4,9 \text{ MPa} &< 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 45 = 27 \text{ MPa} \\ &< 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 45 = 20,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{ck,d} &= (M_{Ek} / I_c) \cdot e_d = (2809 / 0,2407) \cdot 0,760 = 8,9 \text{ MPa} &< 0,6 \cdot f_{ck} = 0,6 \cdot 45 = 27 \text{ MPa} \\ &< 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 45 = 20,3 \text{ MPa} \end{aligned}$$

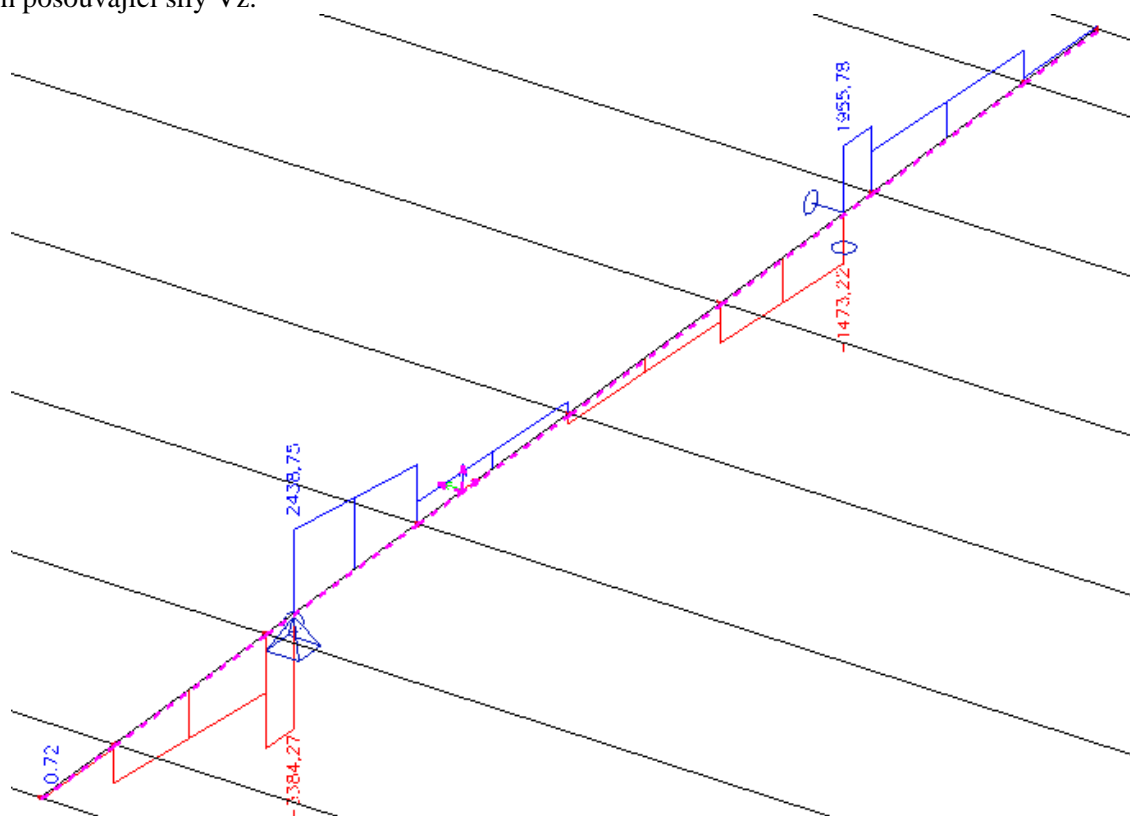
## 5.3. POSOUZENÍ PŘÍČNÍKU

### 5.3.1. Vnitřní síly

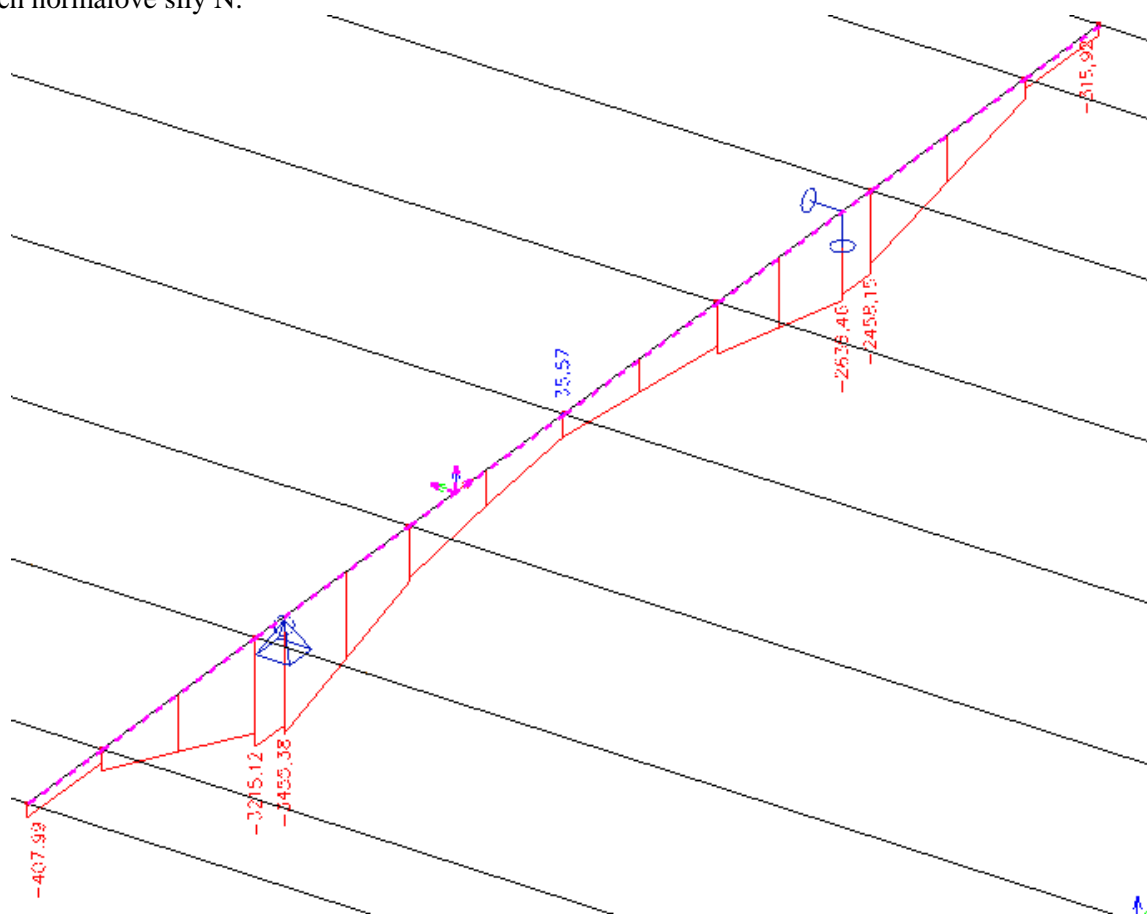
Průběh momentu  $M_y$ :



Průběh posouvající síly Vz:



Průběh normálové síly N:



### 5.3.1. Posouzení MSÚ

#### 1 Řez 1

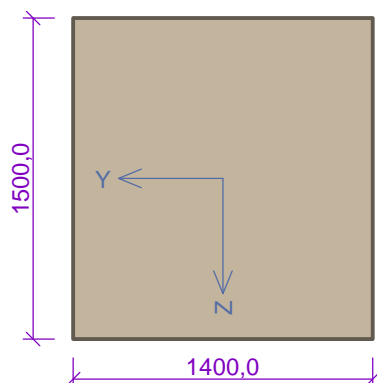
#### 1.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník

Prostředí: X0



## Průřez



## Materiály

## Beton: C 30/37

 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$ ;  $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$ 

## Ocel podélná: B500

 $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ 

## Ocel příčná: B500

 $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$ ;  $E_s = 200000 \text{ MPa}$ 

## Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

| č. | Název zatěžovacího případu | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $V_{Edz}$<br>[kN] | QP koef.<br>[-] |
|----|----------------------------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| 1  | Zat. případ 1              | -3455,38         | 2880,86            | 2438,75           | 1,000           |

## Podélná výztuž

| Počet | Profil [mm] | Krytí [mm] | Umístění     |
|-------|-------------|------------|--------------|
| 9,333 | 25          | 35,0       | dolní výztuž |

S tlacenou výztuží je počítáno.

## Smyková výztuž

## Obvodové třmínky

Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Krytí: 23,0 mm

## Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(25; 10; 10) = 25 \text{ mm}$ 
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$ 

## 1.2 Výsledky

## Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

 $\rho_{s,t} = 0,00225 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ 
 $\rho_s = 0,00218 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ 

## Stupeň vyztužení smykovou výztuží

 $\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00162 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ 

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost větví třmínků  $s_{t,max} = 600,0 \text{ mm}$

## Posouzení mezního stavu únosnosti

| č. | Název         | $N_{Ed}$<br>[kN] | $N_{Rd}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $M_{Rdy}$<br>[kNm] | $V_{Edz}$<br>[kN] | $V_{Rdz}$<br>[kN] | Využití<br>[%] | Posouzení |
|----|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------|
| 1  | Zat. případ 1 | -3455,38         | -36643,36        | 2880,86            | 5003,75            | 2438,75           | 3323,01           | 73,4           | Vyhovuje  |

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 73,4 %

## Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 73,4 %

## 6. SPODNÍ STAVBA

### 6.1. VÝPOČET REAKCÍ NA LOŽISKA

#### 6.1.1. Přehled součinitelů zatížení

|                      | součinitel<br>zatížení<br>max | součinitel<br>zatížení<br>min | součinitel<br>stálých<br>zat. | dyn.<br>součinitel | součinitel<br>kombinace |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------|
|                      | $\gamma_f$                    | $\gamma_f$                    | $\xi$                         | $\delta$           | $\psi_0$                |
| vl. tíha - ocel      | 1,35                          | 1                             | 0,85                          |                    |                         |
| vozovka              | 1,35                          | 1                             | 0,85                          |                    |                         |
| vybavení             | 1,35                          | 1                             | 0,85                          |                    |                         |
| LM1_TS               | 1,35                          | 0                             |                               |                    | 0,75                    |
| LM1 - rovomerne      | 1,35                          | 0                             |                               |                    | 0,4                     |
| chodníky             | 1,35                          | 0                             |                               |                    | 0,4                     |
| LM3                  | 1,35                          | 0                             |                               | 1,25               | 0                       |
| vítr                 | 1,5                           | 0                             |                               |                    | 0,6                     |
| nerovnoměrná teplota | 1,5                           | 0                             |                               |                    | 0,6                     |
| pokles podpor        | 1,2                           | 0                             |                               |                    | 1                       |

#### 6.1.2. Svislé reakce na ložiska – betonový most

##### a) Ložiska na opěře OP1

|  | Opěra OP1      |                  |                |                  |
|--|----------------|------------------|----------------|------------------|
|  | Pravé          | Levé             | Pravé          | Levé             |
|  | Rz max<br>[kN] | Rz (odp)<br>[kN] | Rz min<br>[kN] | Rz (odp)<br>[kN] |
| vlastní tíha                             | 944.8          | 944.8            | 943.6          | 943.6            |
| ostatní stálé (vozovka, římsy, vybavení) | 250.8          | 250.8            | 250.4          | 250.4            |
| LM1 - TS                                 | 833.5          | 320.5            | -55.9          | -40.4            |
| LM1 - UDL                                | 337.0          | 164.3            | -35.0          | -27.4            |
| chodníky užité                           | 63.8           | -18.2            | 63.8           | -18.2            |
| LM3                                      | 1097.8         | -15.3            | -88.4          | -40.7            |
| vítr                                     | 56.3           | 56.3             | -56.3          | -56.3            |
| teplota                                  | 85.7           | 85.8             | -28.6          | -28.6            |
| poklesy podpor                           | 16.9           | 16.9             | -11.2          | -11.2            |
| brzděné síly (LM3)                       | 0.0            | 0.0              | 0.0            | 0.0              |
| <b>Kombinace MSÚ</b>                     |                |                  |                |                  |
| MSU1 pro gr1a - 6.10a                    | 2822           | 2165             | 1063           | 1039             |
| MSU2 pro gr1a - 6.10b                    | 3135           | 2165             | 1016           | 1003             |
| MSU3 pro gr5 - 6.10a                     | 1762           | 1762             | 1104           | 1104             |
| MSU4 pro gr5 - 6.10b                     | <b>3372</b>    | 1494             | <b>955</b>     | 1036             |

## b) Ložiska na pilíři P2, P3

|  | Pilíř P3                |                          |                         |                          |
|--|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|  | Pravé<br>Rz max<br>[kN] | Levé<br>Rz (odp)<br>[kN] | Pravé<br>Rz min<br>[kN] | Levé<br>Rz (odp)<br>[kN] |
| vl. tíha                                 | 2414,8                  | 2414,8                   | 2412,2                  | 2412,2                   |
| ostatní stálé (vozovka, římsy, vybavení) | 709,6                   | 709,6                    | 708,7                   | 708,7                    |
| LM1 - TS                                 | 876,3                   | 320,0                    | -84,5                   | -69,3                    |
| LM1 - UDL                                | 913,9                   | 488,8                    | -59,9                   | -50,6                    |
| chodníky užité                           | 166,4                   | -36,9                    | 166,4                   | -36,9                    |
| LM3                                      | 1690,2                  | 21,8                     | -110,9                  | -72,0                    |
| vítr                                     | 159,3                   | 159,3                    | -159,3                  | -159,3                   |
| teplota                                  | 28,6                    | 28,6                     | -85,8                   | -85,8                    |
| poklesy podpor                           | 38,2                    | 38,2                     | -43,9                   | -43,9                    |
| brzděné síly (LM3)                       | 0,0                     | 0,0                      | 0,0                     | 0,0                      |
| <b>Kombinace MSÚ</b>                     |                         |                          |                         |                          |
| MSU1 pro gr1a - 6.10a                    | 5904                    | 5001                     | 2820                    | 2730                     |
| MSU2 pro gr1a - 6.10b                    | 6307                    | 4872                     | 2743                    | 2666                     |
| MSU3 pro gr5 - 6.10a                     | 4433                    | 4433                     | 2848                    | 2848                     |
| MSU4 pro gr5 - 6.10.b                    | <b>6652</b>             | 3837                     | <b>2661</b>             | 2726                     |

## c) Ložiska na společném pilíři P4 (z betonového mostu)

|  | Pilíř P4                |                          |                         |                          |
|--|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|  | Pravé<br>Rz max<br>[kN] | Levé<br>Rz (odp)<br>[kN] | Pravé<br>Rz min<br>[kN] | Levé<br>Rz (odp)<br>[kN] |
| vl. tíha                                 | 944,8                   | 944,8                    | 944,8                   | 944,8                    |
| ostatní stálé (vozovka, římsy, vybavení) | 250,8                   | 250,8                    | 250,8                   | 250,8                    |
| LM1 - TS                                 | 833,5                   | 320,5                    | -57,3                   | -32,5                    |
| LM1 - UDL                                | 337,0                   | 164,3                    | -37,4                   | -24,6                    |
| chodníky užité                           | 52,0                    | 52,0                     | -6,5                    | -6,2                     |
| LM3                                      | 783,9                   | -0,6                     | -87,79                  | -21,9                    |
| vítr                                     | 56,3                    | 56,3                     | -56,3                   | -56,3                    |
| teplota                                  | 0,0                     | 0,0                      | 0                       | 0                        |
| poklesy podpor                           | 16,9                    | 16,9                     | -16,9                   | -16,9                    |
| brzděné síly (LM3)                       | 0,0                     | 0,0                      | 0                       | 0                        |
| <b>Kombinace MSÚ</b>                     |                         |                          |                         |                          |
| MSÚ5 pro gr1a - 6.10a                    | 2739                    | 2126                     | 1043                    | 1075                     |
| MSÚ6 pro gr1a - 6.10b                    | <b>3051</b>             | <b>2125</b>              | <b>993</b>              | <b>1044</b>              |
| MSÚ7 pro gr1a - 6.10a (bez TS)           | 1895                    | 1802                     | 1101                    | 1108                     |
| MSÚ8 pro gr1a - 6.10b (bez TS)           | 1926                    | 1693                     | 1071                    | 1088                     |
| MSÚ9 pro gr5 - 6.10a                     | 1685                    | 1685                     | 1125                    | 1125                     |
| MSÚ10 pro gr5 - 6.10.b                   | 2766                    | 1442                     | 976                     | 1088                     |

### 6.1.3. Svislé reakce na ložiska – ocelový most

Ložiska na společném pilíři P4 a P5

|                       | Pilíř P4        |                  |                 |                  | Pilíř P5          |                   |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                       | Pravé<br>Rz max | Levé<br>Rz (odp) | Pravé<br>Rz min | Levé<br>Rz (odp) | Střední<br>Rz max | Střední<br>Rz min |
|                       | [kN]            | [kN]             | [kN]            | [kN]             | [kN]              | [kN]              |
| vl. tíha - ocel       | 286             | 286              | 286             | 286              | 2123              | 2123              |
| vozovka               | 207             | 207              | 118             | 118              | 1533              | 876               |
| vybavení              | 19              | 19               | 19              | 19               | 144               | 144               |
| LM1 - TS              | 814             | 355              | -230            | 108              | 1197              | -113              |
| LM1 - UDL             | 826             | -391             | -391            | 826              | 2127              | -95               |
| chodníky              | 311             | -240             | -240            | 311              | 563               | -26               |
| LM3                   | 1417            | -75              | -566            | 355              | 1761              | -159              |
| vítr                  | 61              | 14               | -61             | -13              | 271               | -271              |
| nerovnoměrná teplota  | 183             | 183              | -46             | -46              | 92                | -367              |
| poklesy podpor        | 39              | 39               | -39             | -39              | 189               | -189              |
| <b>Kombinace MSÚ</b>  |                 |                  |                 |                  |                   |                   |
| MSU1 pro gr1a - 6.10a | 2396            | 934              | -293            | 1047             | 8348              | 2162              |
| MSU2 pro gr1a - 6.10b | 3236            | 634              | <b>-688</b>     | 1752             | <b>9705</b>       | <b>2047</b>       |
| MSU3 pro gr5 - 6.10a  | 958             | 916              | 280             | 324              | 5684              | 2342              |
| MSU4 pro gr5 - 6.10.b | <b>3245</b>     | 685              | -675            | 923              | 7886              | 2074              |

Svislé reakce pro maximální celkovou sílu na společný pilíř

|                                | Pilíř P4        |                  |              |
|--------------------------------|-----------------|------------------|--------------|
|                                | Pravé<br>Rz max | Levé<br>Rz (odp) | Celkem<br>Rz |
|                                | [kN]            | [kN]             |              |
| vl. tíha - ocel                | 281             | 281              | 562          |
| vozovka                        | 207             | 207              | 414          |
| vybavení                       | 19              | 19               | 38           |
| LM1 - TS                       | 814             | 355              | 1169         |
| LM1 - UDL                      | 591             | 121              | 712          |
| chodníky                       | 94              | 94               | 188          |
| LM3                            | 785             | 6                | 791          |
| vítr                           | 61              | 14               | 75           |
| nerovnoměrná teplota           | 183             | 183              | 366          |
| poklesy podpor                 | 39              | 39               | 78           |
| <b>Kombinace MSÚ</b>           |                 |                  |              |
| MSÚ5 pro gr1a - 6.10a          | 2145            | 1384             | 3530         |
| MSÚ6 pro gr1a - 6.10b          | 2796            | 1499             | <b>4295</b>  |
| MSÚ7 pro gr1a - 6.10a (bez TS) | 1321            | 1025             | 2346         |
| MSÚ8 pro gr1a - 6.10b (bez TS) | 1697            | 1020             | 2717         |
| MSÚ9 pro gr5 - 6.10a           | 951             | 909              | 1860         |
| MSÚ10 pro gr5 - 6.10.b         | 2173            | 816              | 2989         |

#### 6.1.4. Vodorovné reakce na ložiska

##### a) Betonový most

###### Podélné síla na pilíř P3 s pevným uložením

Celková brzdná síla na most:

Brzdná/ rozjezdová síla: LM1:  $O_{lk} = 522 \text{ kN}$   
LM3:  $O_{lk} = 600 \text{ kN}$  (rozhoduje)

Návrhová hodnoty: LM1:  $Q_{ld} = 1,50.522 = 783 \text{ kN}$   
LM3:  $O_{ld} = 1,50.600 = 900 \text{ kN}$

Působí-li v krajním pruhu, pravé ložisko od rozhodujícího modelu LM3 přebírá:

Brzdná/ rozjezdová síla: LM3:  $O_{lk1} = 527 \text{ kN}$   
Návrhová hodnota: LM3:  $O_{ld1} = 1,50.527 = 791 \text{ kN}$

Podélné síly od tření na pohyblivá ložiska jsou určeny jako jako 4% svislé síly

###### Příčné síly na ložiska

Boční vítr: rovnoměrné vodorovné zatížení na NK:  $2,5 \text{ kN/m}$   
celková boční síla na celý most:  $Q_{wcelk} = 61.2.5 = 153 \text{ kN}$   
na ložisko na O1,P4:  $Q_{w1k} = 20 \text{ kN}$   
 $Q_{w1d} = 1,50.20 = 30 \text{ kN}$   
na ložisko na P2,P3:  $Q_{w2k} = 57 \text{ kN}$   
 $Q_{w2d} = 1,50.57 = 86 \text{ kN}$   
Odstředivá síla: neuvažuje se, most v přímé

Příčná od brzdění:  $Q_{tk} = 0,25.Q_{lk} = 150 \text{ kN}$  (celková)  
na ložisko na O1,P4:  $Q_{t4k} = 20 \text{ kN}$   
 $Q_{t4d} = 1,50.20 = 30 \text{ kN}$   
na ložisko na P2,P3:  $Q_{t5k} = 57 \text{ kN}$   
 $Q_{t5d} = 1,50.57 = 86 \text{ kN}$

Příčné síly od nárazu na obrubník při mimořádné situaci:  $Q_n = 100 \text{ kN}$   
(jsou rozhodující pro návrh)

###### Návrhové vodorovné reakce na ložiska:

(zatížení větrem se nekombinuje s vodorovnými silami od dopravy, rozhoduje větší hodnota)

##### **Opěra O1, Pilíř P4**

Podélná síla  $H_x = 0 \text{ kN}$ , (od tření  $Q_{pod.d} = 0,04.3372 = 135 \text{ kN}$ )  
Příčná síla  $H_y = \max(Q_{w4d}, Q_{t4d}, Q_n) = 100 \text{ kN}$

##### **Pilíř P2**

Podélná síla  $H_x = 0 \text{ kN}$ , (od tření  $Q_{pod.d} = 0,04.6652 = 266 \text{ kN}$ )  
Příčná síla  $H_y = \max(Q_{w5d}, Q_{t5d}, Q_n) = 100 \text{ kN}$

##### **Pilíř P3**

Podélná síla  $H_x = 791 \text{ kN}$   
Příčná síla  $H_y = \max(Q_{w5d}, Q_{t5d}, Q_n) = 100 \text{ kN}$

##### b) Ocelový most

###### Podélná síla na pilíř P6 s pevným uložením

Brzdná/ rozjezdová síla: LM1:  $O_{lk} = 605 \text{ kN}$  (rozhoduje)  
LM3:  $O_{lk} = 600 \text{ kN} = 600 \text{ kN}$

Návrhová hodnoty: LM1:  $Q_{ld} = 1,50.605 = 908 \text{ kN}$   
LM3:  $O_{ld} = 1,50.600 = 900 \text{ kN}$

Podélné síly od tření na pohyblivá ložiska jsou určeny jako jako 4% svislé síly

Příčné síly na ložiska

Boční vítr:

rovnoměrné vodorovné zatížení na NK: 2,5kN/m

na ložisko na P4:  $Q_{w4k} = 29 \text{ kN}$  $Q_{w4d} = 1,50 \cdot 29 = 44 \text{ kN}$ na ložisko na P5:  $Q_{w5k} = 84 \text{ kN}$  $Q_{w5d} = 1,50 \cdot 84 = 126 \text{ kN}$ 

Odstředivá síla:

neuvažuje se, most v přímé

Příčná od brzdění:

 $Q_{trk} = 0,25 \cdot Q_{lk} = 151 \text{ kN}$  (celková) $q_{trk} = 151/90,7 = 1,67 \text{ kN/m}$  (jako rovnoměrná na bm)na ložisko na P4:  $Q_{t4k} = 19 \text{ kN}$  $Q_{t4d} = 1,50 \cdot 19 = 29 \text{ kN}$ na ložisko na P5:  $Q_{t5k} = 56 \text{ kN}$  $Q_{t5d} = 1,50 \cdot 56 = 84 \text{ kN}$ Příčné síly od nárazu na obrubník při mimořádné situaci:  $Q_n = 100 \text{ kN}$ 

(jsou rozhodující pro návrh)

Návrhové vodorovné reakce na ložiska:

(zatížení větrem se nekombinuje s vodorovnými silami od dopravy, rozhoduje větší hodnota)

**Pilíř P4,P7**

Podélná síla

 $H_x = 0 \text{ kN}$ , (od tření  $Q_{pod.d} = 0,04 \cdot 3245 = 130 \text{ kN}$ )

Příčná síla

 $H_y = \max(Q_{w4d}, Q_{t4d}, Q_n) = 100 \text{ kN}$ **Pilíř P5**

Podélná síla

 $H_x = 0 \text{ kN}$ , (od tření  $Q_{pod.d} = 0,04 \cdot 9705 = 388 \text{ kN}$ )

Příčná síla

 $H_y = \max(Q_{w5d}, Q_{t5d}, Q_n) = 126 \text{ kN}$ **Pilíř P6**

Podélná síla

 $H_x = 908 \text{ kN}$ 

Příčná síla

 $H_y = \max(Q_{w5d}, Q_{t5d}, Q_n) = 126 \text{ kN}$ **6.1.5. Přehledná tabulka reakcí na ložiska****Betonový most**

| Podpěra   | Ložisko               | max N<br>[kN] | min N<br>[kN] | max $H_{př}$<br>[kN] | max $H_{pod}$<br>[kN] |
|---|-----------------------|---------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| O1  | Všesměrné             | 3372          | 955           | 0                    | 135*                  |
|   | Jednosměrně pohyblivé | 3372          | 955           | 100                  | 135*                  |
| P2  | Všesměrné             | 6652          | 2661          | 0                    | 266*                  |
|   | Jednosměrně pohyblivé | 6652          | 2661          | 100                  | 266*                  |
| P3  | Příčně pohyblivé      | 6652          | 2661          | 0                    | 791                   |
|   | Pevné                 | 6652          | 2661          | 100                  | 791                   |
| P4  | Všesměrné             | 3372          | 955           | 0                    | 135*                  |
|   | Jednosměrně pohyblivé | 3372          | 955           | 100                  | 135*                  |
| Pozn. *Podélné síly na posuvná ložiska jsou určeny od tření v ložiscích |                       |               |               |                      |                       |

**Ocelový most**

| Podpěra   | Ložisko               | max N<br>[kN] | min N<br>[kN] | max H <sub>př</sub><br>[kN] | max H <sub>pod</sub><br>[kN] |
|---|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|
| P4  | Všesměrné             | 3245          | -688          | 0                           | 130*                         |
|   | Jednosměrně pohyblivé | 3245          | -688          | 100                         | 130*                         |
| P5  | Jednosměrně pohyblivé | 9705          | 2048          | 126                         | 388*                         |
| P6  | Pevné                 | 9705          | 2048          | 126                         | 908                          |
| P7  | Všesměrné             | 3245          | -688          | 0                           | 130*                         |
|   | Jednosměrně pohyblivé | 3245          | -688          | 100                         | 130*                         |
| Pozn. *Podélné síly na posuvná ložiska jsou určeny od tření v ložiscích |                       |               |               |                             |                              |

**6.2. POSOUZENÍ OPĚRY OP1**

Posouzení OP1 bylo provedeno v programu GEO 5. Byla posouzena stávající opěra dle archivní dokumentace se šterkopískovým polštářem tl. 1,0 m. Byla uvažována původní geologie podloží

**6.2.1. Výsledné síly**

|  | Opěra O1                |                          |                      |                     |
|--|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
|  | Pravé<br>Rz max<br>[kN] | Levé<br>Rz (odp)<br>[kN] | Celkem<br>Rz<br>[kN] | Pravé<br>Ry<br>[kN] |
| vlastní tíha                             | 944.8                   | 944.8                    | 1889.6               | 3.3                 |
| ostatní stálé (vozovka, římsy, vybavení) | 250.8                   | 250.8                    | 501.5                | 2.8                 |
| LM1 - TS                                 | 833.5                   | 320.5                    | 1153.9               | 22.6                |
| LM1 - UDL                                | 337.0                   | 164.3                    | 501.4                | 12.6                |
| chodníky užité                           | 52.0                    | 52.0                     | 103.9                | 5.1                 |
| LM3                                      | 783.9                   | -0.6                     | 783.3                | 18.3                |
| vítr                                     | 56.3                    | 56.3                     | 112.7                | 0.0                 |
| teplota                                  | 0.0                     | 0.0                      | 0.0                  | 54.9                |
| poklesy podpor                           | 16.9                    | 16.9                     | 33.7                 | 8.9                 |
| brzdné síly (LM3)                        | 0.0                     | 0.0                      | 0.0                  | 96.4                |
| <b>Kombinace MSÚ</b>                     |                         |                          |                      |                     |
| MSÚ5 pro gr1a - 6.10a                    | 2739                    | 2126                     | 4865                 | 101                 |
| MSÚ6 pro gr1a - 6.10b                    | <b>3051</b>             | <b>2125</b>              | 5176                 | 117                 |
| MSÚ7 pro gr1a - 6.10a (bez TS)           | 1895                    | 1802                     | 3697                 | 78                  |
| MSÚ8 pro gr1a - 6.10b (bez TS)           | 1926                    | 1693                     | 3619                 | 87                  |
| MSÚ9 pro gr5 - 6.10a                     | 1685                    | 1685                     | 3370                 | 249                 |
| MSÚ10 pro gr5 - 6.10b                    | 2766                    | 1442                     | 4207                 | <b>279</b>          |

**6.2.2. Posouzení****Vstupní data****Parametry zemín****Třída G1, ulehlá**

Objemová tíha :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 41,50^\circ$

Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$

Edometrický modul :  $E_{oed} = 478,00 \text{ MPa}$

Obj. tíha sat. zeminy :  $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

**Třída S3, středně ulehlá**

|                         |                |   |                         |
|-------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :         | $\gamma$       | = | 17,50 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření :  | $\varphi_{ef}$ | = | 29,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :     | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Edometrický modul :     | $E_{oed}$      | = | 21,00 MPa               |
| Obj. tíha sat. zeminy : | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

**Třída S4**

|                         |                |   |                         |
|-------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :         | $\gamma$       | = | 18,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření :  | $\varphi_{ef}$ | = | 29,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :     | $c_{ef}$       | = | 5,00 kPa                |
| Edometrický modul :     | $E_{oed}$      | = | 13,50 MPa               |
| Obj. tíha sat. zeminy : | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

**Slínovec**

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha:         | $\gamma$       | = | 24,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření:  | $\varphi_{ef}$ | = | 29,00 °                 |
| Soudržnost zeminy:     | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Edometrický modul:     | $E_{oed}$      | = | 13,50 MPa               |
| Obj. tíha sat. zeminy: | $\gamma_{sat}$ | = | 24,00 kN/m <sup>3</sup> |

**Založení**

Typ založení: zemina - geologický profil

**Tvar terénu**

Terén za konstrukcí je rovný.

**Odpor na líci konstrukce**

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

**Zadané síly působící na konstrukci**

| Číslo | Síla |       | Název     | Působ. | $F_x$  | $F_z$  | $M$     | $x$   | $z$  |
|-------|------|-------|-----------|--------|--------|--------|---------|-------|------|
|       | nová | změna |           |        | [kN/m] | [kN/m] | [kNm/m] | [m]   | [m]  |
| 1     | ANO  |       | Síla č. 1 | stálé  | 0,00   | 435,00 | 0,00    | -1,15 | 1,70 |

**Posouzení čís. 1****Spočtené síly působící na konstrukci**

| Název               | $F_{hor}$<br>[kN/m] | Působíště<br>z [m] | $F_{vert}$<br>[kN/m] | Působíště<br>x [m] | Koef.<br>překl. | Koef.<br>posun. | Koef.<br>napětí |
|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tíh. - zed'         | 0,00                | -2,42              | 255,60               | 1,51               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |
| Tíh. - zemní klín   | 0,00                | -1,61              | 0,09                 | 2,47               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |
| Aktivní tlak        | 15,98               | -1,81              | 2,71                 | 2,50               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |
| PŘÍTÍŽENÍ           | 2,21                | -2,75              | 0,28                 | 2,50               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |
| Reakce mostu        | 0,00                | -4,57              | 0,00                 | 0,70               | -               | -               | -               |
| Reakce přech. desky | 0,00                | -6,27              | 0,00                 | 2,40               | -               | -               | -               |
| Síla č. 1           | 0,00                | -4,57              | 435,00               | 1,25               | 1,000           | 1,000           | 1,000           |

**Posouzení mostní opěry****Posouzení na překlopení**

Moment vzdorující  $M_{res} = 609,17$  kNm/m

Moment klopící  $M_{ovr} = 31,83$  kNm/m

**Zed' na překlopení VYHOVUJE**



**Posouzení na posunutí**Vodor. síla vzdorující  $H_{res} = 324,48 \text{ kN/m}$ Vodor. síla posunující  $H_{act} = 16,54 \text{ kN/m}$ **Zed' na posunutí VYHOVUJE****Celkové posouzení - OPĚRA VYHOVUJE**

Maximální napětí v základové spáře: 242,64 kPa

**Únosnost základové pudy****Síly působící ve středu základové spáry**

| Číslo | Moment<br>[kNm/m] | Norm. síla<br>[kN/m] | Pos. síla<br>[kN/m] | Excentricita<br>[-] | Napětí<br>[kPa] |
|-------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| 1     | -0,88             | 630,86               | 16,54               | 0,000               | 242,64          |

**Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)**

| Číslo | Moment<br>[kNm/m] | Norm. síla<br>[kN/m] | Pos. síla<br>[kN/m] |
|-------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1     | -0,88             | 630,86               | 16,54               |

**Posouzení plošného základu****Vstupní data****Založení****Typ základu: základový pas**Hloubka od původního terénu  $h_z = 6,27 \text{ m}$ Hloubka základové spáry  $d = 0,00 \text{ m}$ Tloušťka základu  $t = 1,50 \text{ m}$ Sklon upraveného terénu  $s_1 = 0,00^\circ$ Sklon základové spáry  $s_2 = 0,00^\circ$ Objemová tíha zeminy nad základem  $= 17,50 \text{ kN/m}^3$ **Štěrkopískový polštář**

Zemina tvořící ŠP polštář - Třída G1, ulehlá

Přesah ŠP polštáře mimo základ  $d_{sp} = 0,50 \text{ m}$ Hloubka štěrkopískového polštáře  $h_{sp} = 1,00 \text{ m}$ **Hladina podzemní vody**

Hladina podzemní vody je v hloubce 6,27 m od původního terénu.

**Posouzení čís. 1****Posouzení zatěžovacích stavů**

| Název | VI. tíha<br>příznivě | $e_x$<br>[m] | $e_y$<br>[m] | $\sigma$<br>[kPa] | $R_d$<br>[kPa] | Využití<br>[%] | Vyhovuje |
|-------|----------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|----------|
| ZS 1  | Ano                  | 0,00         | 0,00         | 186,24            | 413,26         | 45,07          | Ano      |
| ZS 1  | Ne                   | 0,00         | 0,00         | 199,57            | 414,72         | 48,12          | Ano      |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu  $G = 185,09 \text{ kN/m}$ Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00 \text{ kN/m}$ 

Výpočet únosnosti stanoven pod štěrkopískovým polštářem.

**Posouzení svislé únosnosti**

Tvar kontaktního napětí: obecný

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 5,52 \text{ m}$ Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 16,41 \text{ m}$ Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 414,72 \text{ kPa}$ Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 199,57 \text{ kPa}$ **Svislá únosnost VYHOVUJE****Posouzení excentricity zatížení**Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,000 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,000 < 0,333$ Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,000 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Posouzení vodorovné únosnosti**

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (ZS 1)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 344,84 \text{ kN}$ Extrémní horizontální síla  $H = 16,54 \text{ kN}$ **Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu VYHOVUJE****Posouzení čís. 1****Sednutí a natočení základu - vstupní data**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu  $\kappa_1$  (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu  $G = 97,50 \text{ kN/m}$ Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00 \text{ kN/m}$ Sednutí středu délkové hrany  $= 24,2 \text{ mm}$ Sednutí středu šířkové hrany 1  $= 35,4 \text{ mm}$ Sednutí středu šířkové hrany 2  $= 35,4 \text{ mm}$ 

(1-hrana max. tlačená; 2-hrana min. tlačená)

**Sednutí a natočení základu - výsledky****Tuhost základu:**Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti  $E_{def} = 111,49 \text{ MPa}$ Základ je ve směru délky tuhý ( $k=56,83$ )Základ je ve směru šířky tuhý ( $k=998,93$ )**Posouzení excentricity zatížení**Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,000 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,000 < 0,333$ Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,000 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE****Celkové sednutí a natočení základu:**Sednutí základu  $= 31,8 \text{ mm}$ Hloubka deformační zóny  $= 8,37 \text{ m}$ Natočení ve směru šířky  $= 0,000 (\tan \cdot 1000)$ ; (0,0E+00 °)

**Dimenzace čís. 1**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

**Posouzení podélné výztuže základu ve směru x**

Profil vložky = 20,0 mm  
 Počet vložek = 7  
 Krytí výztuže = 40,0 mm  
 Šířka průřezu = 1,00 m  
 Výška průřezu = 1,50 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,15 \% > 0,15 \% = \rho_{\min}$   
 Poloha neutrálné osy  $x = 0,06 \text{ m} < 0,89 \text{ m} = x_{\max}$   
 Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 1363,54 \text{ kNm} > 160,26 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

**Posouzení základu na protlačení**

Normálová síla v sloupu = 533,36 kN

**Maximální únosnost na obvodu sloupu**

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 20,51 kN  
 Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 512,85 kN  
 Uvažovaný obvod sloupu  $u_0 = 2,00 \text{ m}$   
 Smykové napětí na obvodu sloupu  $v_{Ed, \max} = 0,25 \text{ MPa}$   
 Únosnost na obvodu sloupu  $v_{Rd, \max} = 4,22 \text{ MPa}$

**Kritický průřez bez smykové výztuže**

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 318,17 kN  
 Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 215,19 kN  
 Vzdálenost průřezu od sloupu = 0,73 m  
 Délka průřezu  $u = 2,00 \text{ m}$   
 Smykové napětí na průřezu  $v_{Ed} = 0,08 \text{ MPa}$   
 Únosnost nevyztuženého průřezu  $v_{Rd, c} = 1,23 \text{ MPa}$

$v_{Ed} < v_{Rd, c} \Rightarrow$  Výztuž není nutná

**Základ na protlačení VYHOVUJE**

**6.3. POSOUZENÍ PILÍŘE P3**

Posouzení P3 bylo provedeno v programu GEO 5. Byla uvažována původní geologie podloží.

**6.3.1. Výsledné síly**

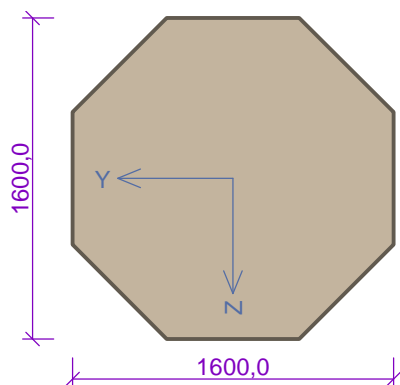
|                   | Pilíř P3       |                  |                |                  | Pevné ložisko na P3 |                |                |                |
|-------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
|                   | Pravé          | Levé             | Pravé          | Levé             | Pravé               |                |                |                |
|                   | Rz max<br>[kN] | Rz (odp)<br>[kN] | Rz min<br>[kN] | Rz (odp)<br>[kN] | Rx max<br>[kN]      | Rx min<br>[kN] | Ry max<br>[kN] | Ry min<br>[kN] |
| vlastní tíha      | 2414.8         | 2414.8           | 2412.2         | 2412.2           | 15.0                | 0.0            | 7.4            | 0.0            |
| ostatní stálé     | 709.6          | 709.6            | 708.7          | 708.7            | 0.0                 | -1.0           | 0.0            | -0.4           |
| LM1 - TS          | 876.3          | 320.0            | -84.5          | -69.3            | 24.7                | -26.3          | 39.7           | -53.8          |
| LM1 - UDL         | 913.9          | 488.8            | -59.9          | -50.6            | 20.8                | -11.8          | 5.6            | -4.0           |
| chodníky užité    | 166.4          | -36.9            | 166.4          | -36.9            | 0.1                 | -9.0           | 0.7            | -4.4           |
| LM3               | 1690.2         | 21.8             | -110.9         | -72.0            | 33.2                | -14.0          | 23.8           | -18.9          |
| vítr              | 159.3          | 159.3            | -159.3         | -159.3           | 0.4                 | -0.4           | 0.4            | -0.4           |
| teplota           | 28.6           | 28.6             | -85.8          | -85.8            | 87.2                | -99.6          | 42.7           | -49.8          |
| poklesy podpor    | 38.2           | 38.2             | -43.9          | -43.9            | 0.9                 | -0.6           | 1.0            | -0.8           |
| brzdné síly (LM3) | 0.0            | 0.0              | 0.0            | 0.0              | 521.5               | -521.5         | 46.7           | -46.7          |

| Kombinace MSÚ |                  |             |      |             |      |             |       |            |      |
|---------------|------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|------------|------|
| MSU1          | pro gr1a - 6.10a | 5904        | 5001 | 2820        | 2730 | 136         | -130  | 93         | -106 |
| MSU2          | pro gr1a - 6.10b | 6307        | 4872 | 2743        | 2666 | 159         | -148  | 110        | -127 |
| MSU3          | pro gr5 - 6.10a  | 4433        | 4433 | 2848        | 2848 | 1078        | -1069 | 137        | -134 |
| MSU4          | pro gr5 - 6.10b  | <b>6652</b> | 3837 | <b>2661</b> | 2726 | <b>1131</b> | -1093 | <b>176</b> | -166 |

### 6.3.2. Posouzení dříku

Typ prvku: sloup  
Prostředí: XF3  
Délka dílce: 5,40m

#### Průřez



#### Beton, obecný polygon - osmihran

Souřadnice bodů polygonu ( počet bodů 8 )

Bod č.1 [Y: -1600,0 mm, Z: 470,0 mm]

Bod č.2 [Y: -1130,0 mm, Z: 0,0 mm]

Bod č.3 [Y: -470,0 mm, Z: 0,0 mm]

Bod č.4 [Y: 0,0 mm, Z: 470,0 mm]

Bod č.5 [Y: 0,0 mm, Z: 1130,0 mm]

Bod č.6 [Y: -470,0 mm, Z: 1600,0 mm]

Bod č.7 [Y: -1130,0 mm, Z: 1600,0 mm]

Bod č.8 [Y: -1600,0 mm, Z: 1130,0 mm]

#### Materiály

##### Beton: C 35/45

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 35,0$  MPa

Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 3,2$  MPa

Modul pružnosti  $E_{cm} = 34000$  MPa

##### Ocel podélná: B500

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa

Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

##### Ocel příčná: B500

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,0$  MPa

Modul pružnosti  $E_s = 200000$  MPa

#### Vnitřní síly

| Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ) |                  |                    |                    |                   |                   |                   |
|---|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Poloha<br>[m]                           | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $M_{Edz}$<br>[kNm] | $V_{Edz}$<br>[kN] | $V_{Edy}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] |
| 0,00                                    | -6652,00         | 0,00               | 0,00               | 100,00            | 791,00            | 0,00              |
| 3,69                                    | -6652,00         | 2926,70            | 370,00             | 100,00            | 791,00            | -                 |
| 3,70                                    | -6652,00         | 2926,00            | 370,00             | 1100,00           | 1291,00           | 0,00              |
| 5,40                                    | -6652,00         | 5121,40            | 2240,00            | 1100,00           | 1291,00           | 0,00              |

#### Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)

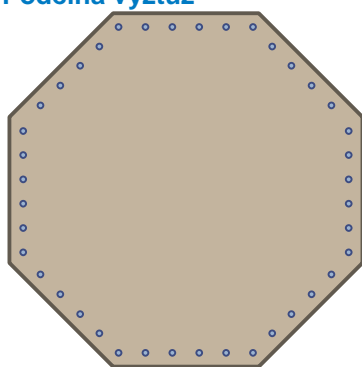
| Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ) |                  |                    |                    |                   |                   |                   |
|---|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Poloha<br>[m]                           | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $M_{Edz}$<br>[kNm] | $V_{Edz}$<br>[kN] | $V_{Edy}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] |
| 0,00                                    | -2661,00         | 0,00               | 0,00               | 100,00            | 791,00            | 0,00              |

| Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ) |                  |                    |                    |                   |                   |                   |
|---|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Poloha<br>[m]                           | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{Edy}$<br>[kNm] | $M_{Edz}$<br>[kNm] | $V_{Edz}$<br>[kN] | $V_{Edy}$<br>[kN] | $T_{Ed}$<br>[kNm] |
| 3,69                                    | -2661,00         | 2926,70            | 370,00             | 100,00            | 791,00            | 0,00              |
| 3,70                                    | -2661,00         | 2926,70            | 370,00             | 1100,00           | 1291,00           | 0,00              |
| 5,40                                    | -2661,00         | 5121,40            | 2240,00            | 1100,00           | 1291,00           | 0,00              |

**Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ)****Vzpěr**

Úsek č.: 1, (0,00m - 5,40m)

| Délka prvku [m] | Koef. vzpěru [-] | Vzpěrná délka [m] | Kolmo k ose |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------|
| 5,40            | 2,00             | 10,80             | Y           |
| 5,40            | 2,00             | 10,80             | Z           |

**Podélná výztuž**

6x25-kr.50,0  
 2x25-kr.138,0  
 2x25-kr.225,0  
 2x25-kr.315,0  
 2x25-kr.405,0  
 2x25-kr.520,0  
 2x25-kr.630,0  
 2x25-kr.740,0  
 2x25-kr.725,0  
 2x25-kr.615,0  
 2x25-kr.505,0  
 2x25-kr.405,0  
 2x25-kr.315,0  
 2x25-kr.225,0  
 2x25-kr.138,0  
 6x25-kr.50,0

Použit stejný souřadný systém jako u průřezu

S tlačnou výztuží je počítáno.

**Smyková výztuž**

Úsek č.: 1, (0,00m - 5,40m)

**Obvodové třmínky**

Profil: 12 mm; Vzdálenost: 200,0 mm; Krytí: 38,0 mm

**Spony, vnitřní třmínky svislé**

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

**Spony, vnitřní třmínky vodorovné**

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

 $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(25; 10; 10) = 25 \text{ mm}$  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$ **1.2 Výsledky**Kritický řez v bodě  $x = 5,400\text{m}$  - Zat. případ 21: **Zat. případ 2** - základní návrhová (MSÚ) $N = -2661,00\text{kN}$ ;  $M_y = 5121,40 \rightarrow 5154,31\text{kNm}$ ;  $M_z = 2240,00 \rightarrow 2254,39\text{kNm}$ ;  $V_z = 1100,00\text{kN}$ ;  $V_y = 1291,00\text{kN}$ ; $T = 0,00\text{kNm}$ **Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 2****Výpočet imperfekce** $e_i = l_0 / 400 = 5,4 / 400 = 0,0135 \text{ m}$  $M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| \times 0,916 = 5121 + 0,0135 \times |-2661| \times 0,916 = 5154 \text{ kNm}$  $M_{0Edz} = M_z + e_i \times |N_{Ed}| \times (-0,401) = (2240) + 0,0135 \times |-2661| \times (-0,401) = -2254 \text{ kNm}$ **Součinitel dotvarování:**

$$\begin{aligned}
 h_0 &= 2 \times A_c / u = 2 \times 2,12 \cdot 10^6 / 5\,299 = 799,5 \text{ mm} \\
 \alpha_1 &= (35 / f_{cm})^{0,7} = (35 / 43)^{0,7} = 0,866 \\
 \alpha_2 &= (35 / f_{cm})^{0,2} = (35 / 43)^{0,2} = 0,96 \\
 \varphi_{RH} &= [1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) \times \alpha_1] \times \alpha_2 = [1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{799,5}) \times 0,866] \times 0,96 = 1,407 \\
 \beta(f_{cm}) &= 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{43} = 2,562 \\
 \beta(t_0) &= 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28\,000^{0,2}) = 0,488 \\
 \varphi_0 &= \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,407 \times 2,562 \times 0,488 = 1,761 \\
 \alpha_3 &= (35 / f_{cm})^{0,5} = (35 / 43)^{0,5} = 0,902 \\
 \beta_H &= \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250 \times \alpha_3; 1\,500 \times \alpha_3) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 799,5 + 250 \times 0,902; 1\,500 \times 0,902) = 1\,353 \\
 \beta(t/t_0) &= [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28\,000) / (1\,353 + 29\,200 - 28\,000)]^{0,3} = 0,986 \\
 \varphi &= \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 1,761 \times 0,986 = \mathbf{1,737}
 \end{aligned}$$

### Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité tuhosti.

#### Štíhlost kolmo k ose y:

$$\begin{aligned}
 i_y &= \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{0,358 / 2,118} = 0,411 \text{ m} \\
 \lambda_y &= L_{0y} / i_y = 10,8 / 0,411 = 26,28
 \end{aligned}$$

#### Štíhlost kolmo k ose z:

$$\begin{aligned}
 i_z &= \sqrt{I_{cz} / A_c} = \sqrt{0,358 / 2,118} = 0,411 \text{ m} \\
 \lambda_z &= L_{0z} / i_z = 10,8 / 0,411 = 26,28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varphi_{ef} &= \varphi \times 1 = 1,737 \times 1 = 1,737 \\
 A &= 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 1,737) = 0,742 \\
 \omega &= A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,0196 \times 434,8 / (2,118 \times 23,33) = 0,173 \\
 B &= \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 0,173} = 1,16 \\
 C &= 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7 \\
 n &= |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-2\,661| / (2,118 \times 23,33) = 0,0538 \\
 \lambda_{lim} &= \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,742 \times 1,16 \times 0,7 / \sqrt{0,0538}; 75) = \mathbf{51,94}
 \end{aligned}$$

Směr y:  $\lambda_y < \lambda_{lim} \Rightarrow$  Výpočet vzpěru není potřeba

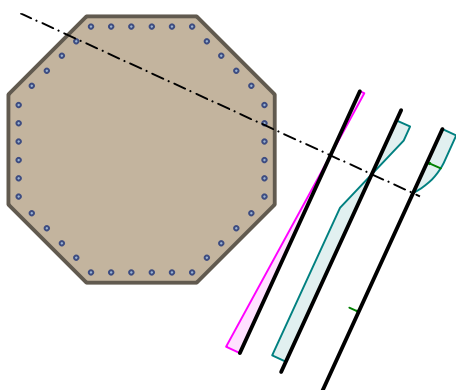
Směr z:  $\lambda_z < \lambda_{lim} \Rightarrow$  Výpočet vzpěru není potřeba

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

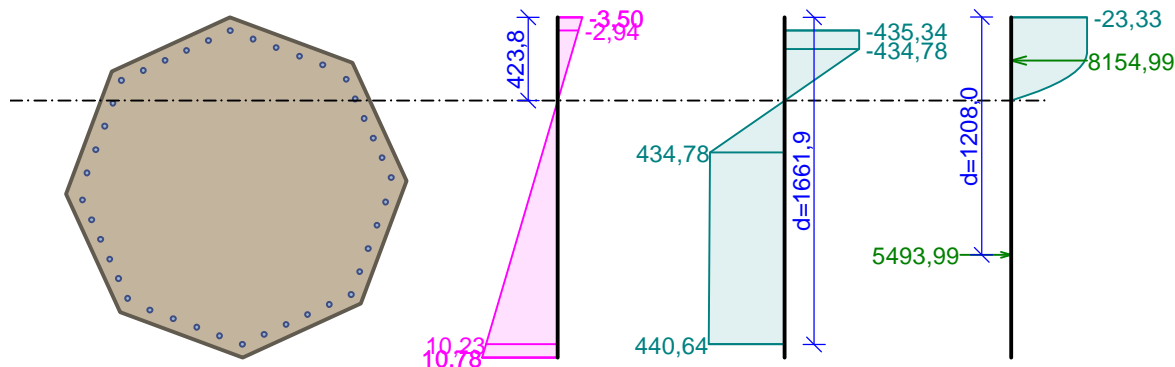
Sloup (celková výztuž):

$$\begin{aligned}
 \rho_s &= A_s / A_c = 19\,635 / 2,12 \cdot 10^6 = 0,00927 \\
 \rho_{s,min} &= \max(0,1 \times |N_{Ed}| / (f_{yd} \times A_c); 0,002) = \max(0,1 \times |-2\,661| / (434,8 \times 2,12 \cdot 10^6); 0,002) = 0,002 \\
 \rho_s &= 0,00927 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje} \\
 \rho_s &= 0,00927 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}
 \end{aligned}$$

### Orientace neutrální osy



Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly

**Deformace v krajních vláknech průřezu**

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| Nejmenší deformace v betonu:   | -3,50 ‰  |
| Největší deformace v betonu:   | 10,78 ‰  |
| Nejmenší deformace ve výztuži: | -2,94 ‰  |
| Největší deformace ve výztuži: | 10,23 ‰  |
| Směr neutrálné osy:            | 335,38 ° |

$$N_{Ed} = -2661,00 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -57278,65 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 5121,40 \rightarrow 5154,31 \leq M_{Rdy} = 6550,27 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 2240,00 \rightarrow 2254,39 \leq M_{Rdz} = 2864,86 \text{ kNm}$$

**Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje**

Využití: 78,7 %

**Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2****Posouzení konstrukčních zásad třmínků**Minimální průměr třmínků  $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**Maximální vzdálenost třmínků  $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

Použití model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály :  $\theta = 21,8^\circ$ 

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 1379)}; 2) = 1,381$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(8345 / (968,2 \times 1379); 0,02) = 0,00625$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,381^{1,5} \times \sqrt{35} = 0,336 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-(-2661) / (2,12 \times 10^6); 0,2 \times 23,33) = 1,256 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 1,381 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00625 \times 35)}; 0,336) + 0,15 \times 1,256) \times 968,2 \times 1379 = 870,5 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta + A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 157,1 / 150 \times 994,4 \times 434,8 \times 2,5 + 226,2 / 200 \times 994,4 \times 434,8 \times 2,5 = 2\,354 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 35 / 250) = 0,516$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 968,2 \times 994,4 \times 0,516 \times 23,33 / (2,5 + 0,4) = 3\,997 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(870,5; \min(3\,997; 2\,354)) = 2\,354 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1\,696 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 2\,354 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 72,0 %

#### Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 2

Průřez není namáhán kroucením.

#### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00927 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00927 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

#### Posouzení konstrukčních zásad třmínků

$$\text{Minimální průměr třmínků} \quad d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

##### Zat. případ 2

$$N_{Ed} = -2661,00 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -57278,65 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 5121,40 \rightarrow 5154,31 \leq M_{Rdy} = 6550,27 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 2240,00 \rightarrow 2254,39 \leq M_{Rdz} = 2864,86 \text{ kNm}$$

**Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje**

Využití: 78,7 %

$$V_{Ed} = 1\,696 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 2\,354 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 72,0 %

Průřez není namáhán kroucením.

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 78,7 %**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 78,7 %

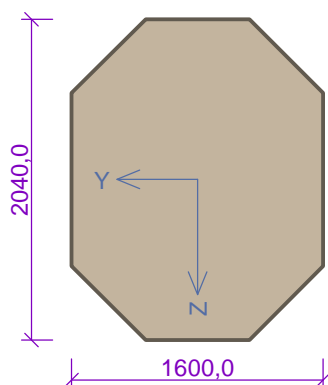
## 6.4. Posouzení dříku P4- zdvojený pilíř

TYP  
PRVKU: sloup

Prostředí: XF3  
Délka dílce: 6,40m



## Průřez



## Beton, obecný polygon - osmihran

Souřadnice bodů polygonu ( počet bodů 8 )

Bod č.1 [Y: -1600,0 mm, Z: 470,0 mm]

Bod č.2 [Y: -1130,0 mm, Z: 0,0 mm]

Bod č.3 [Y: -470,0 mm, Z: 0,0 mm]

Bod č.4 [Y: 0,0 mm, Z: 470,0 mm]

Bod č.5 [Y: 0,0 mm, Z: 1570,0 mm]

Bod č.6 [Y: -470,0 mm, Z: 2040,0 mm]

Bod č.7 [Y: -1130,0 mm, Z: 2040,0 mm]

Bod č.8 [Y: -1600,0 mm, Z: 1570,0 mm]

## Materiály

## Beton: C 35/45

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck}$  = 35,0 MPaPevnost v tahu  $f_{ctm}$  = 3,2 MPaModul pružnosti  $E_{cm}$  = 34000 MPa

## Ocel podélná: B500

Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,0 MPaModul pružnosti  $E_s$  = 200000 MPa

## Ocel příčná: B500

Mez kluzu  $f_{yk}$  = 500,0 MPaModul pružnosti  $E_s$  = 200000 MPa

## Vnitřní síly

## Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)

| Poloha [m] | $N_{Ed}$ [kN] | $M_{Edy}$ [kNm] | $M_{Edz}$ [kNm] | $V_{Edz}$ [kN] | $V_{Edy}$ [kN] | $T_{Ed}$ [kNm] |
|------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0,00       | -6652,00      | 0,00            | 0,00            | 100,00         | 791,00         | 0,00           |
| 3,69       | -6652,00      | 2926,70         | 370,00          | 100,00         | 791,00         | -              |
| 3,70       | -6652,00      | 2926,00         | 370,00          | 1100,00        | 1291,00        | 0,00           |
| 6,40       | -6652,00      | 5121,40         | 2240,00         | 1100,00        | 1291,00        | 0,00           |

## Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)

## Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ)

| Poloha [m] | $N_{Ed}$ [kN] | $M_{Edy}$ [kNm] | $M_{Edz}$ [kNm] | $V_{Edz}$ [kN] | $V_{Edy}$ [kN] | $T_{Ed}$ [kNm] |
|------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0,00       | -6652,00      | 0,00            | 0,00            | 100,00         | 791,00         | 0,00           |
| 3,69       | -6652,00      | 2926,70         | 370,00          | 100,00         | 791,00         | 0,00           |
| 3,70       | -6652,00      | 2926,70         | 370,00          | 1100,00        | 1291,00        | 0,00           |
| 6,40       | -6652,00      | 5121,40         | 2240,00         | 1100,00        | 1291,00        | 0,00           |

## Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ)

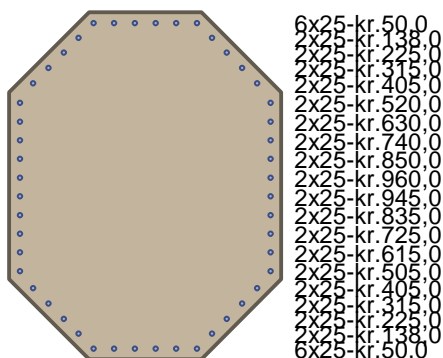
## Vzpěr

Úsek č.: 1, (0,00m - 6,40m)

| Délka prvku [m] | Koef. vzpěru [-] | Vzpěrná délka [m] | Kolmo k ose |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------|
| 6,40            | 2,00             | 12,80             | Y           |
| 6,40            | 2,00             | 12,80             | Z           |

## Podélná výztuž

Úsek č.: 1, (0,00m - 6,40m)



S tlačnou výztuží je počítáno.

### Smyková výztuž

Úsek č.: 1, (0,00m - 6,40m)

Obvodové třmínky

Profil: 12 mm; Vzdálenost: 200,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

Spony, vnitřní třmínky vodorovné

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(25; 10; 10) = 25 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$

## 1.2 Výsledky

Kritický řez v bodě  $x = 3,700\text{m}$  - Zat. případ 1

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová (MSÚ)

$N = -6652,00\text{kN}$ ;  $M_y = 2926,00 \rightarrow 3031,59\text{kNm}$ ;  $M_z = 370,00 \rightarrow 383,34\text{kNm}$ ;  $V_y = 1100,00\text{kN}$ ;  $V_z = 1291,00\text{kN}$ ;

$T = 0,00\text{kNm}$

**Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 1**

### Výpočet imperfekce

$e_i = l_0 / 400 = 6,4 / 400 = 0,016 \text{ m}$

$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| \times 0,992 = 2926 + 0,016 \times |-6652| \times 0,992 = 3032 \text{ kNm}$

$M_{0Edz} = M_z + e_i \times |N_{Ed}| \times (-0,125) = (-370) + 0,016 \times |-6652| \times (-0,125) = -383,3 \text{ kNm}$

### Součinitel dotvarování:

$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 2,82 \cdot 10^6 / 6179 = 913,5 \text{ mm}$

$\alpha_1 = (35 / f_{cm})^{0,7} = (35 / 43)^{0,7} = 0,866$

$\alpha_2 = (35 / f_{cm})^{0,2} = (35 / 43)^{0,2} = 0,96$

$\phi_{RH} = [1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) \times \alpha_1] \times \alpha_2 = [1 + (1 - 50 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{913,5}) \times 0,866] \times 0,96 = 1,388$

$\beta(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{43} = 2,562$

$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,000^{0,2}) = 0,488$

$\phi_0 = \phi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,388 \times 2,562 \times 0,488 = 1,737$

$\alpha_3 = (35 / f_{cm})^{0,5} = (35 / 43)^{0,5} = 0,902$

$$\beta_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250 \times \alpha_3; 1\,500 \times \alpha_3) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 50)^{18}] \times 913,5 + 250 \times 0,902; 1\,500 \times 0,902) = 1\,353$$

$$\beta(t/t_0) = [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(29\,200 - 28,00) / (1\,353 + 29\,200 - 28,00)]^{0,3} = 0,986$$

$$\varphi = \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 1,737 \times 0,986 = 1,713$$

### Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité tuhosti.

#### Štíhlost kolmo k ose y:

$$i_y = \sqrt{I_{cy} / A_c} = \sqrt{0,797 / 2,822} = 0,531 \text{ m}$$

$$\lambda_y = L_{0y} / i_y = 12,8 / 0,531 = 24,08$$

#### Štíhlost kolmo k ose z:

$$i_z = \sqrt{I_{cz} / A_c} = \sqrt{0,508 / 2,822} = 0,424 \text{ m}$$

$$\lambda_z = L_{0z} / i_z = 12,8 / 0,424 = 30,17$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,713 \times 1 = 1,713$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 1,713) = 0,745$$

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,0236 \times 434,8 / (2,822 \times 23,33) = 0,156$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 0,156} = 1,145$$

$$C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-6\,652| / (2,822 \times 23,33) = 0,101$$

$$\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,745 \times 1,145 \times 0,7 / \sqrt{0,101}; 75) = 37,57$$

Směr y:  $\lambda_y < \lambda_{lim} \Rightarrow$  Výpočet vzpěru není potřeba

Směr z:  $\lambda_z < \lambda_{lim} \Rightarrow$  Výpočet vzpěru není potřeba

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

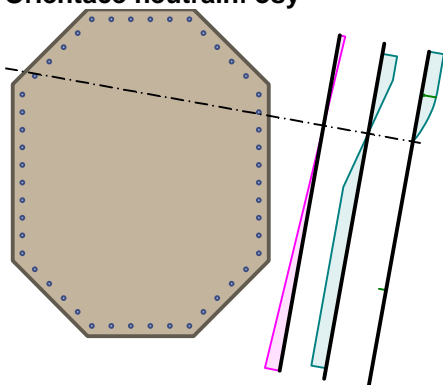
$$\rho_s = A_s / A_c = 23\,562 / 2,82 \cdot 10^6 = 0,00835$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,1 \times |N_{Ed}| / (f_{yd} \times A_c); 0,002) = \max(0,1 \times |-6\,652| / (434,8 \times 2,82 \cdot 10^6); 0,002) = 0,002$$

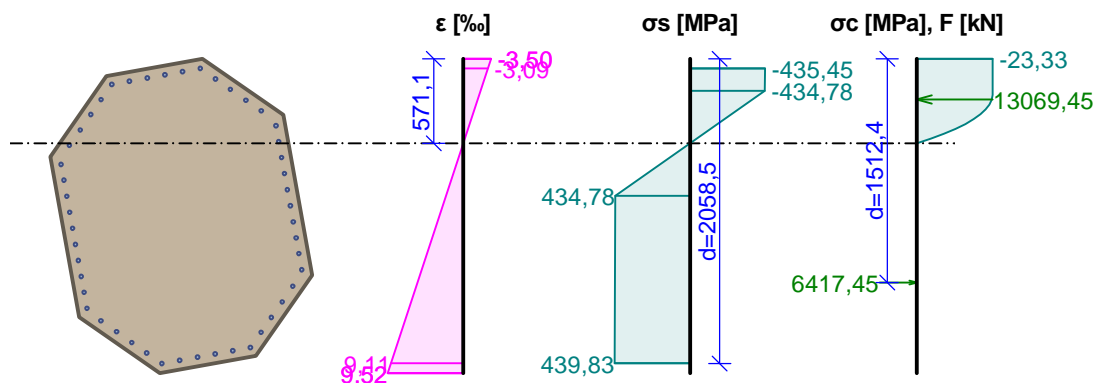
$$\rho_s = 0,00835 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00835 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Orientace neutrální osy



Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



#### Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰  
 Největší deformace v betonu: 9,52 ‰  
 Nejmenší deformace ve výztuži: -3,09 ‰  
 Největší deformace ve výztuži: 9,11 ‰  
 Směr neutrálné osy: 349,80 °

$$N_{Ed} = -6652,00 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -75276,11 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 2926,00 \rightarrow 3031,59 \leq M_{Rdy} = 13104,76 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 370,00 \rightarrow 383,34 \leq M_{Rdz} = 1655,99 \text{ kNm}$$

#### Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje

Využití: 23,1 %

#### Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

##### Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků  $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow$  Vyhovuje

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow$  Vyhovuje

Použit model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály :  $\theta = 21,8^\circ$

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 1592)}; 2) = 1,354$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(10308 / (1119 \times 1592); 0,02) = 0,00578$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,354^{1,5} \times \sqrt{35} = 0,326 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-(-6652) / 2,82 \cdot 10^6; 0,2 \times 23,33) = 2,357 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 1,354 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00578 \times 35)}; 0,326) + 0,15 \times 2,357) \times 1119 \times 1592 = 1419 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta + A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 157,1 / 150 \times 1162 \times 434,8 \times 2,5 + 226,2 / 200 \times 1162 \times 434,8 \times 2,5 = 2751 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 35 / 250) = 0,516$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 1119 \times 1162 \times 0,516 \times 23,33 / (2,5 + 0,4) = 5397 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(1419; \min(5397; 2751)) = 2751 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1696 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 2751 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

#### Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 61,7 %

#### Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 1

Průřez není namáhán kroucením.

**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00835 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00835 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Posouzení konstrukčních zásad třmínků**

$$\text{Minimální průměr třmínků} \quad d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

**Posouzení mezního stavu únosnosti****Zat. případ 1**

$$N_{Ed} = -6652,00 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -75276,11 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 2926,00 \rightarrow 3031,59 \leq M_{Rdy} = 13104,76 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 370,00 \rightarrow 383,34 \leq M_{Rdz} = 1655,99 \text{ kNm}$$

**Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje**

Využití: 23,1 %

$$V_{Ed} = 1\,696 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 2\,751 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

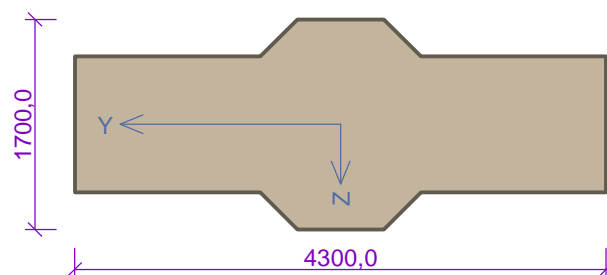
**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 61,7 %

Průřez není namáhán kroucením.

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 61,7 %****Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 61,7 %

**6.5. Posouzení dříku P5,P6****PRŮŘEZ****Beton, obecný polygon - sloup v kolejišti**

Souřadnice bodů polygonu ( počet bodů 12 )

Bod č.1 [Y: 2150,0 mm, Z: -550,0 mm]

Bod č.2 [Y: 2150,0 mm, Z: 550,0 mm]

Bod č.3 [Y: 650,0 mm, Z: 550,0 mm]

Bod č.4 [Y: 350,0 mm, Z: 850,0 mm]

Bod č.5 [Y: -350,0 mm, Z: 850,0 mm]

Bod č.6 [Y: -650,0 mm, Z: 550,0 mm]

Bod č.7 [Y: -2150,0 mm, Z: 550,0 mm]

Bod č.8 [Y: -2150,0 mm, Z: -550,0 mm]

Bod č.9 [Y: -650,0 mm, Z: -550,0 mm]

Bod č.10 [Y: -350,0 mm, Z: -850,0 mm]

Bod č.11 [Y: 350,0 mm, Z: -850,0 mm]

Bod č.12 [Y: 650,0 mm, Z: -550,0 mm]

**Materiály****Beton: C 35/45**

$$\text{Válcová pevnost v tlaku} \quad f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$$

$$\text{Pevnost v tahu} \quad f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$\text{Modul pružnosti} \quad E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$$

**Ocel podélná: B500**

$$\text{Mez kluzu} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$$

$$\text{Modul pružnosti} \quad E_s = 200000 \text{ MPa}$$

**Ocel příčná: B500**

$$\text{Mez kluzu} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti  $E_s = 200000 \text{ MPa}$

### Vnitřní síly

| Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ) |               |                 |                 |                |                |                |
|---|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Poloha [m]                              | $N_{Ed}$ [kN] | $M_{Edy}$ [kNm] | $M_{Edz}$ [kNm] | $V_{Edz}$ [kN] | $V_{Edy}$ [kN] | $T_{Ed}$ [kNm] |
| 0,00                                    | -9705,00      | 0,00            | 0,00            | 908,00         | 126,00         | 0,00           |
| 5,29                                    | -9705,00      | 5175,60         | 718,20          | 908,00         | 126,00         | -              |
| 5,30                                    | -9705,00      | 5175,60         | 718,20          | 2408,00        | 4126,00        | -              |
| 8,00                                    | -9705,00      | 15975,60        | 4768,00         | 2408,00        | 4126,00        | 0,00           |

### Zat. případ 1 - základní návrhová (MSÚ)

| Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ) |               |                 |                 |                |                |                |
|---|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Poloha [m]                              | $N_{Ed}$ [kN] | $M_{Edy}$ [kNm] | $M_{Edz}$ [kNm] | $V_{Edz}$ [kN] | $V_{Edy}$ [kN] | $T_{Ed}$ [kNm] |
| 0,00                                    | -2048,00      | 0,00            | 0,00            | 908,00         | 126,00         | 0,00           |
| 5,29                                    | -2048,00      | 5175,00         | 718,20          | 908,00         | 126,00         | -              |
| 5,30                                    | -2048,00      | 5175,00         | 718,20          | 2408,00        | 4126,00        | -              |
| 8,00                                    | -2048,00      | 15975,00        | 4768,00         | 2408,00        | 4126,00        | 0,00           |

### Zat. případ 2 - základní návrhová (MSÚ)

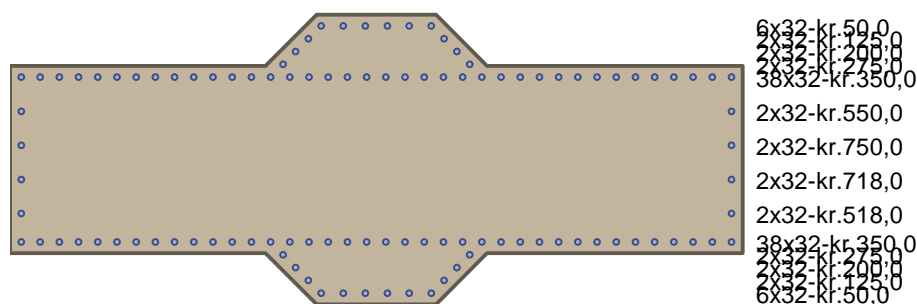
### Vzpěr

Úsek č.: 1, (0,00m - 8,00m)

| Délka prvku [m] | Koef. vzpěru [-] | Vzpěrná délka [m] | Kolmo k ose |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------|
| 8,00            | 2,00             | 16,00             | Y           |
| 8,00            | 2,00             | 16,00             | Z           |

### Podélná výztuž

Úsek č.: 1, (0,00m - 8,00m)



Použit stejný souřadný systém jako u průřezu

S tlačnou výztuží je počítáno.

### Smyková výztuž

Úsek č.: 1, (0,00m - 8,00m)

Obvodové třmínky

Profil: 12 mm; Vzdálenost: 125,0 mm; Krytí: 38,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

Spony, vnitřní třmínky vodorovné

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 2

### Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur}; 10) = \max(32; 10; 10) = 32 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 32 + 10 = 42 \text{ mm}$$

### Výsledky

Kritický řez v bodě  $x = 5,300\text{m}$  - Zat. případ 2

1: **Zat. případ 2** - základní návrhová (MSÚ)

$$N = -2048,00\text{kN}; M_y = 5175,00 \rightarrow 5215,57\text{kNm}; M_z = 718,20 \rightarrow 723,83\text{kNm}; V_z = 2408,00\text{kN}; V_y = 4126,00\text{kN};$$

$$T = 0,00\text{kNm}$$

**Podrobné posouzení TLAK A OHYB: Zat. případ 2**

#### Výpočet imperfekce

$$e_i = l_0 / 400 = 8 / 400 = 0,02 \text{ m}$$

$$M_{0Edy} = M_y + e_i \times |N_{Ed}| \times 0,991 = 5175 + 0,02 \times |-2048| \times 0,991 = 5216 \text{ kNm}$$

$$M_{0Edz} = M_z + e_i \times |N_{Ed}| \times (-0,137) = (-718,2) + 0,02 \times |-2048| \times (-0,137) = -723,8 \text{ kNm}$$

#### Součinitel dotvarování:

$$h_0 = 2 \times A_c / u = 2 \times 5,33 \cdot 10^6 / 11297 = 943,6 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = (35 / f_{cm})^{0,7} = (35 / 43)^{0,7} = 0,866$$

$$\alpha_2 = (35 / f_{cm})^{0,2} = (35 / 43)^{0,2} = 0,96$$

$$\varphi_{RH} = [1 + (1 - RH / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{h_0}) \times \alpha_1] \times \alpha_2 = [1 + (1 - 80 / 100) / (0,1 \times \sqrt[3]{943,6}) \times 0,866] \times 0,96 = 1,129$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{f_{cm}} = 16,8 \cdot 10^6 / \sqrt{43} = 2,562$$

$$\beta(t_0) = 1 / (0,1 + t_0^{0,2}) = 1 / (0,1 + 28,00^{0,2}) = 0,488$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \times \beta(f_{cm}) \times \beta(t_0) = 1,129 \times 2,562 \times 0,488 = 1,413$$

$$\alpha_3 = (35 / f_{cm})^{0,5} = (35 / 43)^{0,5} = 0,902$$

$$\beta_H = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times RH)^{18}] \times h_0 + 250 \times \alpha_3; 1500 \times \alpha_3) = \min(1,5 \times [1 + (0,012 \times 80)^{18}] \times 943,6 + 250 \times 0,902; 1500 \times 0,902) = 1353$$

$$\beta(t/t_0) = [(t - t_0) / (\beta_H + t - t_0)]^{0,3} = [(36500 - 28,00) / (1353 + 36500 - 28,00)]^{0,3} = 0,989$$

$$\varphi = \varphi_0 \times \beta(t/t_0) = 1,413 \times 0,989 = 1,398$$

#### Vzpěr

Pro výpočet vlivu vzpěru použita metoda založená na jmenovité tuhosti.

#### Štíhlost kolmo k ose y:

$$i_y = \sqrt{(I_{cy} / A_c)} = \sqrt{(0,763 / 5,33)} = 0,378 \text{ m}$$

$$\lambda_y = L_{0y} / i_y = 16 / 0,378 = 42,29$$

#### Štíhlost kolmo k ose z:

$$i_z = \sqrt{(I_{cz} / A_c)} = \sqrt{(7,343 / 5,33)} = 1,174 \text{ m}$$

$$\lambda_z = L_{0z} / i_z = 16 / 1,174 = 13,63$$

$$\varphi_{ef} = \varphi \times 1 = 1,398 \times 1 = 1,398$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \times \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \times 1,398) = 0,782$$

$$\omega = A_s \times f_{yd} / (A_c \times f_{cd}) = 0,0869 \times 434,8 / (5,33 \times 23,33) = 0,304$$

$$B = \sqrt{(1 + 2 \times \omega)} = \sqrt{(1 + 2 \times 0,304)} = 1,268$$

$$C = 1,7 - 1 = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n = |N_{Ed}| / (A_c \times f_{cd}) = |-2048| / (5,33 \times 23,33) = 0,0165$$

$$\lambda_{lim} = \min(20 \times A \times B \times C / \sqrt{n}; 75) = \min(20 \times 0,782 \times 1,268 \times 0,7 / \sqrt{0,0165}; 75) = 75$$

Směr y:  $\lambda_y < \lambda_{lim} \Rightarrow$  Výpočet vzpěru není potřeba

Směr z:  $\lambda_z < \lambda_{lim} \Rightarrow$  Výpočet vzpěru není potřeba

### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

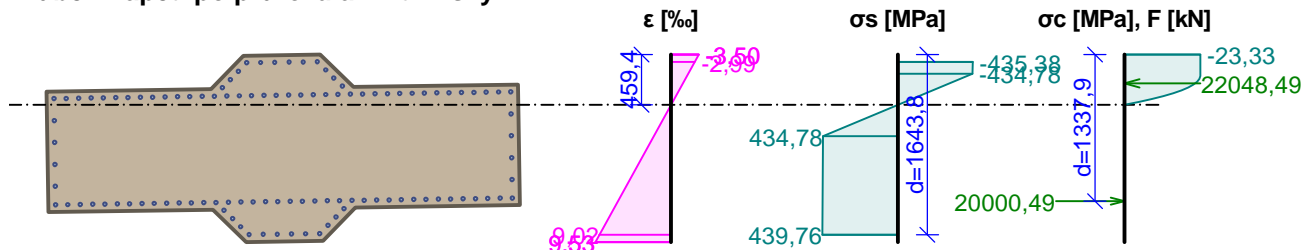
$$\rho_s = A_s / A_c = 86\,859 / 5,33 \cdot 10^6 = 0,0163$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,1 \times |N_{Ed}| / (f_{yd} \times A_c); 0,002) = \max(0,1 \times |-2\,048| / (434,8 \times 5,33 \cdot 10^6); 0,002) = 0,002$$

$$\rho_s = 0,0163 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,0163 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



### Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 9,53 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: -2,99 ‰

Největší deformace ve výztuži: 9,02 ‰

Směr neutrálné osy: 359,15 °

$$N_{Ed} = -2048,00 \text{ kN} \leq N_{Rd} = -159110,17 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = 5175,00 \rightarrow 5215,57 \leq M_{Rdy} = 22693,85 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 718,20 \rightarrow 723,83 \leq M_{Rdz} = 3149,26 \text{ kNm}$$

### Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje

Využití: 23,0 %

### Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

#### Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků  $d = 8 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Použit model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály :  $\theta = 21,8^\circ$

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 3\,359)}; 2) = 1,244$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(28\,149 / (1\,274 \times 3\,359); 0,02) = 0,00658$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,244^{1,5} \times \sqrt{35} = 0,287 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = \min(-N_{Ed} / A_c; 0,2 \times f_{cd}) = \min(-(-2\,048) / 5,33 \cdot 10^6; 0,2 \times 23,33) = 0,384 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = (\max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = (\max(0,12 \times 1,244 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00658 \times 35)}; 0,287) + 0,15 \times 0,384) \times 1\,274 \times 3\,359 = 2\,064 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta + A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 100,5 / 150 \times 2\,116 \times 434,8 \times 2,5 + 226,2 / 125 \times 2\,116 \times 434,8 \times 2,5 = 5\,705 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 35 / 250) = 0,516$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 1\,274 \times 2\,116 \times 0,516 \times 23,33 / (2,5 + 0,4) = 11\,191 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(2\,064; \min(11\,191; 5\,705)) = 5\,705 \text{ kN}$$



$V_{Ed} = 4\,777\text{ kN} \leq V_{Rd} = 5\,705\text{ kN} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 83,7 %

#### Podrobné posouzení KROUCENÍ: Zat. případ 2

Průřez není namáhán kroucením.

#### Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$\rho_s = 0,0163 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,0163 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$  **Vyhovuje**

#### Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků  $d = 8\text{ mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků  $s_{cl,max} = 300,0\text{ mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

##### Zat. případ 2

$N_{Ed} = -2048,00\text{ kN} \leq N_{Rd} = -159110,17\text{ kN}$

$M_{Edy} = 5175,00 \rightarrow 5215,57 \leq M_{Rdy} = 22693,85\text{ kNm}$

$M_{Edz} = 718,20 \rightarrow 723,83 \leq M_{Rdz} = 3149,26\text{ kNm}$

**Posouzení průřezu na tlak a ohyb Vyhovuje**

Využití: 23,0 %

$V_{Ed} = 4\,777\text{ kN} \leq V_{Rd} = 5\,705\text{ kN} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

**Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 83,7 %

Průřez není namáhán kroucením.

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 83,7 %**

**Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE**

Využití: 83,7 %

## 6.6. POSOUZENÍ ZÁKLADU PILÍŘE P4

Rozměry základu: 10,6 x 5,6 x 1,5 m

Rozměry pilíře: dřík: 2 sloupy - 2,0 x 1,6 x 5,0 m , stěna 6,4 x 1,1 x 5,0 m

hlavice: 2 hlavice – 2,6 x 1,6 x 1,7 m

(Ve výpočtu je uvažováno s navrženou stěnou mezi pilíři, pokud bude konečný návrh bez stěny, zatížení na základ bude menší)

Vlastní tíha pilíře:  $[(2.2.1,6+6,4.1,1).5+2.2,6.1,6.1,7].25 = 2034\text{ kN}$

Rozdělení na levou a pravou část: 1017kN + 1017kN

Součinitele zatížení:

Pro kombinaci s 6.10a 1,35

Pro kombinaci s 6.10b 0,85.1,35

Přehled sil na společný pilíř z reakcí betonového a ocelového mostu

Reakce jsou uvedeny z kombinací pro ocelový most a doplněny o reakce z betonového mostu. Zatížení dopravou je uvažováno následovně:

LM1 – zatížení dvounápravy buď na ocelovém, nebo betonovém mostě (např. TS – ocelový)

LM1 – rovnoměrné zatížení uvažováno na obou mostech

LM3 – buď na ocelovém nebo betonovém v mostě, v případě kombinací MSU9, MSU10 je uvažováno z poloviny na ocelovém a z polovina na betonovém mostě)

Zatížení základu od svislého zatížení [kN]:

| Maximální svislá |                                     |              |      |               |      |             |      |             |             |                |              |             |
|------------------|-------------------------------------|--------------|------|---------------|------|-------------|------|-------------|-------------|----------------|--------------|-------------|
|                  |                                     | Ocelový most |      | Betonový most |      | Tíha dřívku |      | Celkem      |             | Síly na základ |              |             |
|                  |                                     | Pravé        | Levé | Pravé         | Levé | Pravé       | Levé | Levé        | Pravé       | N max          | My max       | Mx max      |
| MSU1             | pro gr1a - 6.10a (TS-ocelový)       | 2396         | 934  | 1895          | 1802 | 1373        | 1373 | 5664        | 4109        | 9773           | 6219         | 202         |
| MSU2             | pro gr1a - 6.10b (TS ocelový)       | 3236         | 634  | 1926          | 1693 | 1167        | 1167 | <b>6329</b> | <b>3494</b> | <b>9823</b>    | <b>11342</b> | <b>-138</b> |
| MSU3             | pro gr5 - 6.10a (LM3 ocelový)       | 958          | 916  | 1685          | 1685 | 1373        | 1373 | 4016        | 3974        | 7989           | 169          | 823         |
| MSU4             | pro gr5 - 6.10.b (LM3 ocelový)      | 3245         | 685  | 1443          | 1443 | 1167        | 1167 | 5855        | 3295        | 9151           | 10240        | -575        |
| MSU5             | pro gr1a - 6.10a (TS-ocelový)       | 2145         | 1384 | 1895          | 1802 | 1373        | 1373 | 5413        | 4559        | 9973           | 3415         | 92          |
| MSU6             | pro gr1a - 6.10b (TS ocelový)       | 2796         | 1499 | 1926          | 1693 | 1167        | 1167 | <b>5889</b> | <b>4359</b> | <b>10248</b>   | <b>6118</b>  | <b>-372</b> |
| MSU7             | pro gr1a - 6.10a (TS betonový)      | 1321         | 1025 | 2739          | 2126 | 1373        | 1373 | 5433        | 4524        | 9957           | 3636         | 1385        |
| MSU8             | pro gr1a - 6.10b (TS betonový)      | 1697         | 1020 | 3051          | 2125 | 1167        | 1167 | <b>5915</b> | <b>4312</b> | <b>10227</b>   | <b>6411</b>  | <b>1352</b> |
| MSU9             | pro gr5 - 6.10a (LM3 ocel i beton)  | 951          | 909  | 1685          | 1685 | 1373        | 1373 | 4009        | 3967        | 7976           | 169          | 831         |
| MSU10            | pro gr5 - 6.10.b (LM3 ocel i beton) | 2173         | 816  | 2766          | 1442 | 1167        | 1167 | 6106        | 3425        | 9531           | 10723        | 670         |

Pozn. Poslední sloupek tabulky obsahuje výslednou normálovou sílu na základ a ohybový moment ke středu základové spáry vznikající z toho, že zatížení z levého ložiska je větší než z pravého.

| Minimální svislá |                  |      |               |      |             |      |        |             |                |             |              |             |
|------------------|------------------|------|---------------|------|-------------|------|--------|-------------|----------------|-------------|--------------|-------------|
|                  | Ocelový most     |      | Betonový most |      | Tíha dřívku |      | Celkem |             | Síly na základ |             |              |             |
|                  | Pravé            | Levé | Pravé         | Levé | Pravé       | Levé | Levé   | Pravé       | N min          | My min      | Mx max       |             |
| MSU1             | pro gr1a - 6.10a | -293 | 1047          | 1101 | 1108        | 1017 | 1017   | 1825        | 3172           | 4997        | -5389        | 801         |
| MSU2             | pro gr1a - 6.10b | -688 | 1752          | 1071 | 1088        | 1017 | 1017   | <b>1400</b> | <b>3857</b>    | <b>5258</b> | <b>-9828</b> | <b>602</b>  |
| MSU3             | pro gr5 - 6.10a  | 280  | 324           | 1125 | 1125        | 1017 | 1017   | 2422        | 2466           | 4888        | -173         | 905         |
| MSU4             | pro gr5 - 6.10.b | -675 | 923           | 1125 | 1125        | 1017 | 1017   | <b>1467</b> | <b>3065</b>    | <b>4532</b> | <b>-6390</b> | <b>1101</b> |

Zatížení základu od vodorovných sil:

V podélném směru:

Vodorovná síla od tření

$$H_x = 0,04 \cdot 10248 = 410 \text{ kN}$$

Podélný moment od tření:

$$M_x = 410 \cdot 6,7 = 2747 \text{ kNm}$$

V příčném směru:

Vodorovná síla od větru:

$$H_y = 1,5 \cdot (23 + 29) = 78 \text{ kN}$$

Příčný moment od větru:

$$M_y = 78 \cdot 6,7 = 523 \text{ kNm}$$

Vybrané kombinace sil působící v základové spáře pro posouzení únosnosti základu v programu GEO5

| Zatížení základu - kombinace pro GEO |     |      |    |        |  |
|--------------------------------------|-----|------|----|--------|--|
| N                                    | Hx  | Mx   | Hy | My     |  |
| 9833                                 | 393 | 2773 | 78 | 11865  |  |
| 10248                                | 410 | 3118 | 78 | 6641   |  |
| 10227                                | 409 | 4093 | 78 | 6934   |  |
| 5258                                 | 210 | 2011 | 78 | -10351 |  |
| 4532                                 | 181 | 2316 | 78 | -6913  |  |

Posouzení založení základu pilíře P4 je provedeno v programu GEO5 – Patky.

## Vstupní data

### Parametry zemín

#### Třída S3, středně ulehlá

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 17,50 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 29,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$      | = | 21,00 MPa               |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 17,50 kN/m <sup>3</sup> |

#### Třída S4

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 18,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 29,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 5,00 kPa                |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$      | = | 13,50 MPa               |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 18,00 kN/m <sup>3</sup> |

#### Slínovec

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 24,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 29,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$      | = | 40,00 MPa               |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$          | = | 0,01                    |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 24,00 kN/m <sup>3</sup> |

#### Třída G1, středně ulehlá

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 38,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$      | = | 355,50 MPa              |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

### Založení

#### Typ základu: centrická patka

|                             |       |   |        |
|-----------------------------|-------|---|--------|
| Hloubka od původního terénu | $h_z$ | = | 2,00 m |
| Hloubka základové spáry     | $d$   | = | 1,50 m |
| Tloušťka základu            | $t$   | = | 1,50 m |
| Sklon upraveného terénu     | $s_1$ | = | 0,00 ° |
| Sklon základové spáry       | $s_2$ | = | 0,00 ° |

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m<sup>3</sup>

### Geometrie konstrukce

#### Typ základu: centrická patka

|                         |       |   |                      |
|-------------------------|-------|---|----------------------|
| Délka patky             | $x$   | = | 5,60 m               |
| Šířka patky             | $y$   | = | 10,60 m              |
| Šířka sloupu ve směru x | $c_x$ | = | 1,00 m               |
| Šířka sloupu ve směru y | $c_y$ | = | 1,00 m               |
| Objem patky             |       | = | 89,04 m <sup>3</sup> |

### Zatížení

| Číslo | Zatížení |       | Název        | Typ      | N<br>[kN] | $M_x$<br>[kNm] | $M_y$<br>[kNm] | $H_x$<br>[kN] | $H_y$<br>[kN] |
|-------|----------|-------|--------------|----------|-----------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|       | nové     | změna |              |          |           |                |                |               |               |
| 1     | ANO      |       | Zatížení č.1 | Návrhové | 9833,00   | 11865,00       | -2773,00       | 393,00        | 78,00         |

| Číslo | Zatížení |       | Název         | Typ      | N<br>[kN] | M <sub>x</sub><br>[kNm] | M <sub>y</sub><br>[kNm] | H <sub>x</sub><br>[kN] | H <sub>y</sub><br>[kN] |
|-------|----------|-------|---------------|----------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|       | nové     | změna |               |          |           |                         |                         |                        |                        |
| 2     | ANO      |       | Zatížení č.2  | Návrhové | 10248,00  | 6641,00                 | -3118,00                | 410,00                 | 78,00                  |
| 3     | ANO      |       | Zatížení č. 3 | Návrhové | 10227,00  | 6934,00                 | -4093,00                | 409,00                 | 78,00                  |
| 4     | ANO      |       | Zatížení č. 4 | Návrhové | 5258,00   | 10351,00                | -2011,00                | 210,00                 | 78,00                  |
| 5     | ANO      |       | Zatížení č. 5 | Návrhové | 4532,00   | 6913,00                 | -2316,00                | 181,00                 | 78,00                  |

### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,00 m od původního terénu.

### Posouzení čís. 1

#### Posouzení zatěžovacích stavů

| Název         | VI. tíha<br>příznivě | e <sub>x</sub><br>[m] | e <sub>y</sub><br>[m] | σ<br>[kPa] | R <sub>d</sub><br>[kPa] | Využití<br>[%] | Vyhovuje |
|---------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------|----------------|----------|
| Zatížení č.1  | Ano                  | 0,28                  | -0,99                 | 277,68     | 637,29                  | 43,57          | Ano      |
| Zatížení č.1  | Ne                   | 0,26                  | -0,93                 | 289,59     | 641,04                  | 45,17          | Ano      |
| Zatížení č.2  | Ano                  | 0,30                  | -0,54                 | 262,08     | 630,13                  | 41,59          | Ano      |
| Zatížení č.2  | Ne                   | 0,28                  | -0,51                 | 274,66     | 634,28                  | 43,30          | Ano      |
| Zatížení č. 3 | Ano                  | 0,38                  | -0,57                 | 271,53     | 621,80                  | 43,67          | Ano      |
| Zatížení č. 3 | Ne                   | 0,36                  | -0,53                 | 283,89     | 626,44                  | 45,32          | Ano      |
| Zatížení č. 4 | Ano                  | 0,31                  | -1,40                 | 192,67     | 643,59                  | 29,94          | Ano      |
| Zatížení č. 4 | Ne                   | 0,28                  | -1,27                 | 203,37     | 648,63                  | 31,35          | Ano      |
| Zatížení č. 5 | Ano                  | 0,38                  | -1,04                 | 164,09     | 632,49                  | 25,94          | Ano      |
| Zatížení č. 5 | Ne                   | 0,34                  | -0,93                 | 175,62     | 639,42                  | 27,47          | Ano      |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky  $G = 3005,10$  kN

Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00$  kN

### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (Zatížení č. 3)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 8,61$  m

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 25,62$  m

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 626,44$  kPa

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 283,89$  kPa

### Svislá únosnost VYHOVUJE

### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,068 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,132 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,143 < 0,333$

### Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

### Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení č.2)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 6415,86$  kN

Extrémní horizontální síla  $H = 417,35$  kN

### Vodorovná únosnost VYHOVUJE

### Únosnost základu VYHOVUJE

**Posouzení základu na propíchnutí:**

Pro výpočet byl upraven model v programu GEO5 jako excentrická patka. Uvažováno bylo se základem poloviční délky na maximální svislou sílu z pravého ložiska.

**Posouzení základu na protlačení**

Normálová síla v sloupu = 5915,00 kN

**Maximální únosnost na obvodu sloupu**

|   |              |            |
|---|--------------|------------|
| Síla přenesená roznášením do zákl. půdy | =            | 637,74 kN  |
| Síla přenášená smykovou pevností ŽB     | =            | 5277,26 kN |
| Uvažovaný obvod sloupu                  | $u_0$        | = 7,20 m   |
| Smykové napětí na obvodu sloupu         | $v_{Ed,max}$ | = 0,71 MPa |
| Únosnost na obvodu sloupu               | $v_{Rd,max}$ | = 4,22 MPa |

**Kritický průřez bez smykové výztuže**

|   |            |            |
|---|------------|------------|
| Síla přenesená roznášením do zákl. půdy | =          | 4666,46 kN |
| Síla přenášená smykovou pevností ŽB     | =          | 1248,54 kN |
| Vzdálenost průřezu od sloupu            | =          | 2,08 m     |
| Délka průřezu                           | $u$        | = 5,60 m   |
| Smykové napětí na průřezu               | $v_{Ed}$   | = 0,28 MPa |
| Únosnost nevyztuženého průřezu          | $v_{Rd,c}$ | = 0,41 MPa |

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$  Výztuž není nutná

Základ na protlačení **VYHOVUJE**

**6.7. POSOUZENÍ PILÍŘE P5 (P6)**

Rozměry základu: 11,5 x 5,5 x 1,5 m

Rozměry pilíře: průměr 1,7m, výška 7,7 m

Svislá síla na základ:

|              |   |
|--------------|---|
| Reakce z NK: | MSU dle 6.10a: $F1.max.a = 8348$ kN                                   |
|              | MSU dle 6.10b: $F1.max.b = 9705$ kN                                   |
|              | MSU min. $F1.min = 2047$ kN   |
| Tíha pilíře: | char. hodnota: $F2.k = 3,14 \cdot 0,85^2 \cdot 7,7 \cdot 25 = 437$ kN |
|              | MSU dle 6.10a: $F2.a = 1,35 \cdot 437 = 590$ kN                       |
|              | MSU dle 6.10b: $F2.b = 1,38 \cdot 0,85 \cdot 437 = 512$ kN            |

Návrhové síly na základ:

Celková svislá síla:

$$\begin{aligned} 6.10a: N_{celk} &= 8348 + 590 = 8938 \text{ kN} \\ 6.10b: N_{celk} &= 9705 + 512 = 10217 \text{ kN} \\ N_{min} &= 2047 + 437 = 2484 \text{ kN} \end{aligned}$$

Vodorovné síly a momenty:

$$\begin{aligned} \text{Podélná - MSU pro LM1: } H_x &= 908 \text{ kN} & M_x &= 908 \cdot 7,7 = 6992 \text{ kNm} \\ \text{Podélná - MSU pro LM3: } H_x &= 900 \text{ kN} & M_x &= 900 \cdot 7,7 = 6930 \text{ kNm} \\ \text{Příčná - } H_y &= 126 \text{ kN} & M_y &= 126 \cdot 7,7 = 970 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Zatížení základu při mimořádné situaci – náraz do pilíře

$$\begin{aligned} \text{Svislá síla: reakce z NK: } N_{max} &= 5774 \text{ kN} \\ &N_{min} = 3010 \text{ kN} \\ \text{Tíha dřívku: } N_{dřik} &= 437 \text{ kN} \\ \text{Tíha zeminy nad základem: } N_{zem} &= 11,5 \cdot 5,5 \cdot 0,75 \cdot 20 = 950 \text{ kN} \\ \text{Celková svislá maximální: } N_{celkmax} &= 5774 + 437 + 950 = 7161 \text{ kN} \\ \text{Celková svislá minimální: } N_{celkmin} &= 3010 + 437 + 950 = 4397 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Podélné síly: } H_x &= 4000 \text{ kN,} \\ &H_y = 1500 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ohybové momenty: } M_x &= 4000 \cdot 2,8 = 11200 \text{ kNm} \\ &M_y = 1500 \cdot 2,8 = 2700 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Při nárazu se uvažuje buď síla v příčném směru nebo v podélném směru, jedna z nich.

Posouzení založení základu pilíře P5 je provedeno v programu GEO5 – Patky.

Posouzení je provedeno pro kombinace MSU a pro mimořádnou kombinaci při nárazu do pilíře.

## Vstupní data

### Parametry zemin

#### Třída S3, středně ulehlá

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 17,50 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 29,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$      | = | 21,00 MPa               |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 17,50 kN/m <sup>3</sup> |

#### Třída S4

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 18,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 29,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 5,00 kPa                |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$      | = | 13,50 MPa               |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 18,00 kN/m <sup>3</sup> |

#### Slínovec

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 24,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 29,00 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Modul přetvárnosti :   | $E_{def}$      | = | 40,00 MPa               |
| Poissonovo číslo :     | $\nu$          | = | 0,01                    |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 24,00 kN/m <sup>3</sup> |

#### Třída G1, středně ulehlá

|                        |                |   |                         |
|------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Objemová tíha :        | $\gamma$       | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Úhel vnitřního tření : | $\varphi_{ef}$ | = | 38,50 °                 |
| Soudržnost zeminy :    | $c_{ef}$       | = | 0,00 kPa                |
| Edometrický modul :    | $E_{oed}$      | = | 355,50 MPa              |
| Obj.tíha sat.zeminy :  | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m <sup>3</sup> |

### Založení

#### Typ základu: centrická patka

|                             |       |   |        |
|-----------------------------|-------|---|--------|
| Hloubka od původního terénu | $h_z$ | = | 2,25 m |
| Hloubka základové spáry     | $d$   | = | 1,50 m |
| Tloušťka základu            | $t$   | = | 1,50 m |
| Sklon upraveného terénu     | $s_1$ | = | 0,00 ° |
| Sklon základové spáry       | $s_2$ | = | 0,00 ° |

Objemová tíha zeminy nad základem = 20,00 kN/m<sup>3</sup>

### Geometrie konstrukce

#### Typ základu: centrická patka

|                         |       |   |                      |
|-------------------------|-------|---|----------------------|
| Délka patky             | $x$   | = | 5,50 m               |
| Šířka patky             | $y$   | = | 11,50 m              |
| Šířka sloupu ve směru x | $c_x$ | = | 1,50 m               |
| Šířka sloupu ve směru y | $c_y$ | = | 1,50 m               |
| Objem patky             |       | = | 94,88 m <sup>3</sup> |

### Štěrkopískový polštář

Zemina tvořící ŠP polštář - Třída G1, středně ulehlá

Přesah ŠP polštáře mimo základ  $d_{sp} = 0,50 \text{ m}$

Hloubka štěrpkopiskového polštáře  $h_{sp} = 0,50 \text{ m}$

#### Zatížení

| Číslo | Zatížení |       | Název              | Typ      | N<br>[kN] | $M_x$<br>[kNm] | $M_y$<br>[kNm] | $H_x$<br>[kN] | $H_y$<br>[kN] |
|-------|----------|-------|--------------------|----------|-----------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|       | nové     | změna |                    |          |           |                |                |               |               |
| 1     | ANO      |       | MSU_max_svisla_LM1 | Návrhové | 10217,00  | 970,00         | -6992,00       | 908,00        | 84,00         |
| 2     | ANO      |       | MSU_min_svisla_LM1 | Návrhové | 2484,00   | 970,00         | -6992,00       | 908,00        | 84,00         |
| 3     | ANO      |       | MSU_max_svisla_LM3 | Návrhové | 8398,00   | 970,00         | -6930,00       | 900,00        | 84,00         |
| 4     | ANO      |       | MSU_min_svisla_LM3 | Návrhové | 2511,00   | 970,00         | -6930,00       | 900,00        | 84,00         |

#### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,00 m od původního terénu.

#### Posouzení čís. 1 (Fáze budování 1)

##### Posouzení zatěžovacích stavů

| Název              | VI. tíha<br>příznivě | $e_x$<br>[m] | $e_y$<br>[m] | $\sigma$<br>[kPa] | $R_d$<br>[kPa] | Využití<br>[%] | Vyhovuje |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|----------|
| MSU_max_svisla_LM1 | Ano                  | 0,67         | -0,09        | 264,15            | 715,67         | 36,91          | Ano      |
| MSU_max_svisla_LM1 | Ne                   | 0,67         | -0,09        | 264,15            | 715,67         | 36,91          | Ano      |

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (MSU\_max\_svisla\_LM1)

Spočtená vlastní tíha patky  $G = 2213,75 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00 \text{ kN}$

##### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 8,49 \text{ m}$

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 25,33 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 715,67 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 264,15 \text{ kPa}$

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

##### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,122 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,008 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,122 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

##### Posouzení vodorovné únosnosti

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 9887,87 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla  $H = 911,88 \text{ kN}$

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**

## Posouzení čís. 2 (Fáze budování 1)

### Posouzení zatěžovacích stavů

| Název              | VI. tíha<br>příznivě | $e_x$<br>[m] | $e_y$<br>[m] | $\sigma$<br>[kPa] | $R_d$<br>[kPa] | Využití<br>[%] | Vyhovuje |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|----------------|----------|
| MSU_max_svisla_LM1 | Ano                  | 0,67         | -0,09        | 264,15            | 715,67         | 36,91          | Ano      |
| MSU_max_svisla_LM1 | Ne                   | 0,67         | -0,09        | 264,15            | 715,67         | 36,91          | Ano      |

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (MSU\_max\_svisla\_LM1)

Spočtená vlastní tíha patky  $G = 2213,75$  kN

Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00$  kN

### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 8,49$  m

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 25,33$  m

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 715,67$  kPa

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 264,15$  kPa

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,122 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,008 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,122 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

### Posouzení vodorovné únosnosti

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 9887,87$  kN

Extrémní horizontální síla  $H = 911,88$  kN

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**

## Dimenzace čís. 1 (Fáze budování 1)

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

### Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

Profil vložky = 25,0 mm

Počet vložek = 54

Krytí výztuže = 70,0 mm

Šířka průřezu = 11,50 m

Výška průřezu = 1,50 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,16 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy  $x = 0,06 \text{ m} < 0,87 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 16047,75 \text{ kNm} > 5778,76 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

### Posouzení podélné výztuže základu ve směru y

Profil vložky = 25,0 mm



Počet vložek = 48

Krytí výztuže = 70,0 mm

Šířka průřezu = 5,50 m

Výška průřezu = 1,50 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,30 \% > 0,15 \% = \rho_{\min}$ Poloha neutrálné osy  $x = 0,12 \text{ m} < 0,87 \text{ m} = x_{\max}$ Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 14044,30 \text{ kNm} > 11468,22 \text{ kNm} = M_{Ed}$ **Průřez VYHOVUJE.****Posouzení základu na protlačení****Smyková výztuž kritického průřezu**

Profil = 25,0 mm

Počet = 24,00

Úhel sklonu = 45,00 °

Normálová síla v sloupu = 10217,00 kN

**Maximální únosnost na obvodu sloupu**

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 363,45 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 9853,55 kN


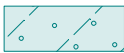


Uvažovaný obvod sloupu  $u_0 = 6,00 \text{ m}$ Smykové napětí na obvodu sloupu  $V_{Ed, \max} = 2,05 \text{ MPa}$ Únosnost na obvodu sloupu  $V_{Rd, \max} = 4,22 \text{ MPa}$ **Kritický průřez se smykovou výztuží**

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 5740,43 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 4476,57 kN

Vzdálenost průřezu od sloupu = 2,48 m

Délka průřezu  $u = 11,00 \text{ m}$ Smykové napětí na průřezu  $V_{Ed} = 0,48 \text{ MPa}$ Únosnost vyztuženého průřezu  $V_{Rd, cs} = 0,50 \text{ MPa}$  $V_{Ed} < V_{Rd, cs} \Rightarrow$  PRŮŘEZ VYHOVUJE**Základ na protlačení VYHOVUJE****Vstupní data (Fáze budování 2)****Geologický profil a přiřazení zemín**

| Číslo | Vrstva [m] | Přiřazená zemina         | Vzorek  |
|-------|------------|--------------------------|---|
| 1     | 3,50       | Třída S3, středně ulehlá |  |
| 2     | 3,00       | Třída S4                 |  |
| 3     | 4,00       | Slínovec                 |  |
| 4     | -          | Slínovec                 |  |

**Zatížení**

| Číslo | Zatížení |       | Název              | Typ      | N [kN]  | $M_x$ [kNm] | $M_y$ [kNm] | $H_x$ [kN] | $H_y$ [kN] |
|-------|----------|-------|--------------------|----------|---------|-------------|-------------|------------|------------|
|       | nové     | změna |                    |          |         |             |             |            |            |
| 1     | ANO      |       | Mimoradna_max_N_Fx | Návrhové | 7161,00 | 11200,00    | 0,00        | 0,00       | 4000,00    |
| 2     | ANO      |       | Mimorada_min_N_Fy  | Návrhové | 4437,00 | 11200,00    | 0,00        | 0,00       | 4000,00    |

| Číslo | Zatížení |       | Název              | Typ          | N<br>[kN] | M <sub>x</sub><br>[kNm] | M <sub>y</sub><br>[kNm] | H <sub>x</sub><br>[kN] | H <sub>y</sub><br>[kN] |
|-------|----------|-------|--------------------|--------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|       | nové     | změna |                    |              |           |                         |                         |                        |                        |
| 3     | ANO      |       | Mimoradna_max_N_Fx | Návrhov<br>é | 7161,00   | 0,00                    | 4200,00                 | -1500,00               | 0,00                   |
| 4     | ANO      |       | Mimoradna_min_N_Fy | Návrhov<br>é | 4437,00   | 0,00                    | 4200,00                 | -1500,00               | 0,00                   |

### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 2,00 m od původního terénu.

### Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : mimořádná

## Posouzení čís. 1 (Fáze budování 2)

### Posouzení zatěžovacích stavů

| Název              | VI. tíha<br>příznivě | e <sub>x</sub><br>[m] | e <sub>y</sub><br>[m] | σ<br>[kPa] | R <sub>d</sub><br>[kPa] | Využití<br>[%] | Vyhovuje |
|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------------------|----------------|----------|
| Mimoradna_max_N_Fx | Ano                  | 0,00                  | -1,83                 | 217,67     | 372,59                  | 58,42          | Ano      |
| Mimoradna_max_N_Fx | Ne                   | 0,00                  | -1,83                 | 217,67     | 372,59                  | 58,42          | Ano      |
| Mimorada_min_N_Fy  | Ano                  | 0,00                  | -2,59                 | 191,10     | 205,47                  | 93,01          | Ano      |
| Mimorada_min_N_Fy  | Ne                   | 0,00                  | -2,59                 | 191,10     | 205,47                  | 93,01          | Ano      |
| Mimoradna_max_N_Fx | Ano                  | -0,69                 | 0,00                  | 197,67     | 582,30                  | 33,95          | Ano      |
| Mimoradna_max_N_Fx | Ne                   | -0,69                 | 0,00                  | 197,67     | 582,30                  | 33,95          | Ano      |
| Mimoradna_min_N_Fy | Ano                  | -0,97                 | 0,00                  | 162,43     | 464,71                  | 34,95          | Ano      |
| Mimoradna_min_N_Fy | Ne                   | -0,97                 | 0,00                  | 162,43     | 464,71                  | 34,95          | Ano      |

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky  $G = 2213,75$  kN

Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00$  kN

### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Mimorada\_min\_N\_Fy)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 8,49$  m

Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 25,33$  m

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 205,47$  kPa

Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 191,10$  kPa

**Svislá únosnost VYHOVUJE**

### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,176 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,225 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,225 < 0,333$

**Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

### Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (Mimorada\_min\_N\_Fy)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 5290,25 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla  $H = 4000,00 \text{ kN}$

**Vodorovná únosnost VYHOVUJE**

**Únosnost základu VYHOVUJE**

## Dimenzace čís. 1 (Fáze budování 2)

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

### Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

Profil vložky = 25,0 mm

Počet vložek = 54

Krytí výztuže = 70,0 mm

Šířka průřezu = 11,50 m

Výška průřezu = 1,50 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,16 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy  $x = 0,06 \text{ m} < 0,87 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 16047,75 \text{ kNm} > 4084,66 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

### Posouzení podélné výztuže základu ve směru y

Profil vložky = 25,0 mm

Počet vložek = 48

Krytí výztuže = 70,0 mm

Šířka průřezu = 5,50 m

Výška průřezu = 1,50 m

Stupeň vyztužení  $\rho = 0,30 \% > 0,15 \% = \rho_{min}$

Poloha neutrálné osy  $x = 0,12 \text{ m} < 0,87 \text{ m} = x_{max}$

Moment na mezi únosnosti  $M_{Rd} = 14044,30 \text{ kNm} > 13074,91 \text{ kNm} = M_{Ed}$

**Průřez VYHOVUJE.**

### Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 7161,00 kN

### Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 254,74 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 6906,26 kN

Uvažovaný obvod sloupu  $u_0 = 6,00 \text{ m}$

Smykové napětí na obvodu sloupu  $v_{Ed,max} = 2,22 \text{ MPa}$

Únosnost na obvodu sloupu  $v_{Rd,max} = 4,22 \text{ MPa}$

### Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 4464,77 kN

Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 2696,23 kN

Vzdálenost průřezu od sloupu = 2,83 m

Délka průřezu  $u = 11,00 \text{ m}$

Smykové napětí na průřezu  $v_{Ed} = 0,29 \text{ MPa}$

Únosnost nevyztuženého průřezu  $v_{Rd,c} = 0,31 \text{ MPa}$

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$  Výztuž není nutná

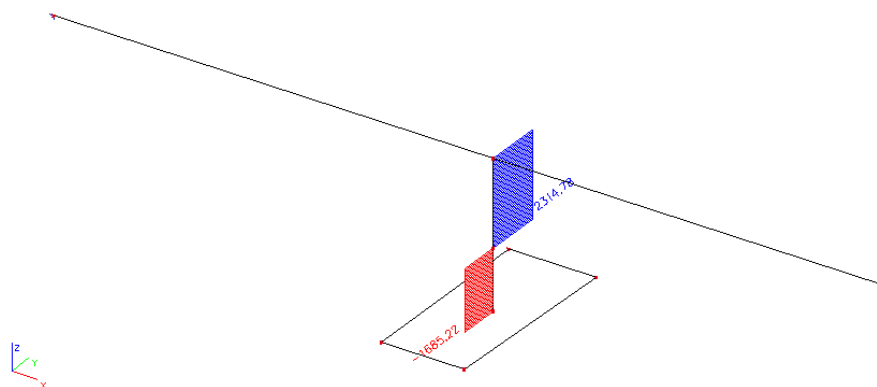
**Základ na protlačení VYHOVUJE**

## 6.8. Vliv nárazu na NK mostu

Na pilíř P5 působí od nárazu síla  $F_x = 4000\text{kN}$ . Část je přenášena základem a částečně se vnese do nosné konstrukce. Velikost těchto sil závisí tuhosti základu na posunutí, při tuhém základu se přenáší převážná část síly přímo do základu, při malém odporu se značná část přenáší do NK.

Na modelu je zvolena tuhost na boku základu  $10\text{MN/m}^2$ , při které dochází k následujícímu přenosu nárazové síly:

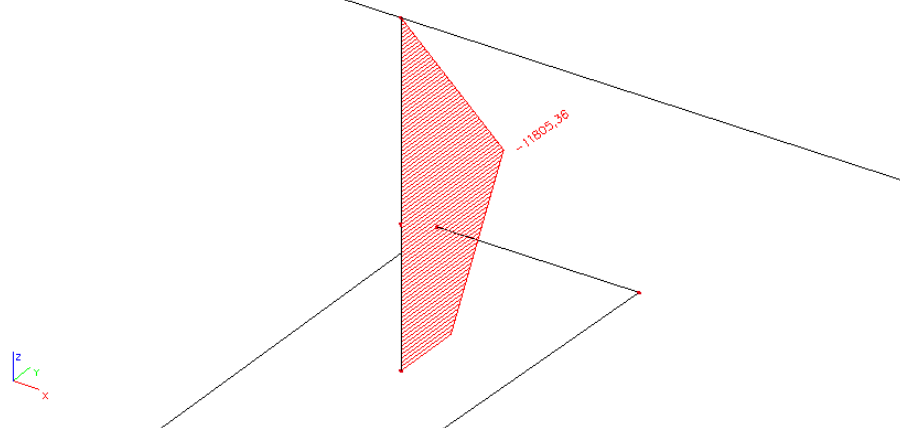
Posouvající síla  $V_z$ :



na základ působí síla:  $F_z = 1685\text{kN}$

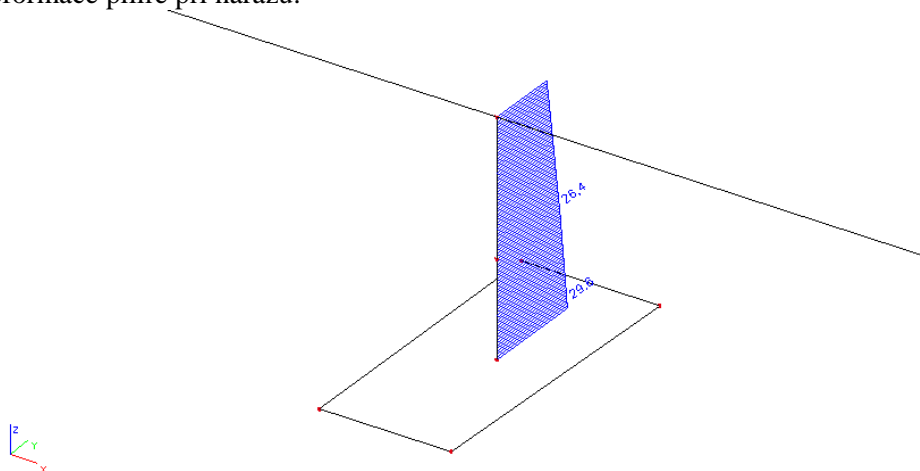
na NK působí síla:  $F_{nk} = 2315\text{kN}$

Ohybové momenty pro tuto situaci:



$M_y = 11805\text{ kNm}$

Deformace pilíře při nárazu:



Deformace v hlavě pilíře: 20mm, v patě: 30mm

Při nárazu může působit na NK mostu při malé tuhosti základu příliš velká síla. Doporučeno je navrhnout takové opatření, aby při nárazu došlo k přetrhnutí přípojných šroubů ložisek a do NK se tato síly nevnášela. Pak bude veškeré zatížení přenášeno do základu. Pilíř se pak chová jako konzola zatížená nárazem.

## 7. ZÁVĚR

Statický výpočet svým rozsahem a podrobností odpovídá danému stupni projektové dokumentace.

Úkolem tohoto statického výpočtu bylo ověřit rozměry rozhodujících prvků spodní stavby a nosné konstrukce a prokázat schopnost mostního objektu spolehlivě plnit svou funkci.

Statický výpočet je vypracován ve smyslu platných technických norem a příslušných předpisů.

Kompletní statický výpočet je archivován u zpracovatele projektové dokumentace.

Závěrem lze konstatovat, že na základě výsledků jednotlivých posouzení byla prokázána reálnost návrhu mostního objektu.

Praha, květen-listopad 2016

Ing. Michal Hacaperka, Ing. Martina Neumannová  
Ing. Jan Sýkora